



AKIFER

une filiale du Groupe Conseil UDA

MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

Analyse de la vulnérabilité de la source
pour les prélèvements d'eau souterraine
n^{os} X0010616-1, X0010616-2 et X0010616-3

N/Réf. : 24217-101

JUILLET 2024



**GROUPE
CONSEIL
UDA**

DÉVELOPPER, DANS LE RESPECT DES MILIEUX



MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

Analyse de la vulnérabilité de la source
pour les prélèvements d'eau souterraine
n^{os} X0010616-1, X0010616-2 et X0010616-3

N/Réf. : 24217-101

Rédigé par :

Date : 26 juillet 2024

Tanobla Badou, M. Sc.
Chargée de projets en hydrogéologie

Révisé par :

Révisé par :

Olivier Gauthier, géo. stag. (1305)
Chargé de projets

Gaëlle Carrier, ing. (131455)
Directrice en hydrogéologie



Équipe de travail

Directrice de projets : Gaëlle Carrier, ing. (131455)

Chargés de projets : Tanobla Badou, M. Sc.
Olivier Gauthier, géo. stag. (1305)

Dessinateur : Daniel Cantin-Plante

Secrétaire : Karine Provost

1990, rue Cyrille-Duquet, bureau 210
Québec (Québec) G1N 4K8

426, chemin des Patriotes
Saint-Charles-sur-Richelieu (Québec) J0H 2G0

T 418 872-1161

quebec@akifer.ca | www.udainc.com

AKIFER





Table des matières

1	INTRODUCTION	1-1
1.1	Études antérieures.....	1-2
2	CARACTÉRISATION DU PRÉLÈVEMENT D'EAU	2-1
2.1	Description des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable	2-1
2.1.1	Description des sites de prélèvement	2-1
2.1.2	Description de l'installation de production d'eau potable	2-4
2.2	Aires de protection des sites de prélèvement	2-4
2.2.1	Travaux antérieurs.....	2-5
2.2.2	Aires de protection.....	2-5
2.2.3	Limitations	2-6
2.3	Niveaux de vulnérabilité des aires de protection.....	2-6
3	ÉLÉMENTS SUSCEPTIBLES D'AFFECTER LA QUALITÉ OU LA QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES	3-1
3.1	Inventaire des activités anthropiques et évaluation des menaces qu'elles représentent.....	3-1
3.2	Inventaire des événements potentiels et évaluation des menaces qu'ils représentent.....	3-3
3.3	Inventaire des affectations du territoire.....	3-5
4	IDENTIFICATION DES PROBLÈMES AVÉRÉS ET DES CAUSES PROBABLES	4-1
4.1	Problèmes affectant la qualité de l'eau	4-1
4.2	Problèmes affectant la quantité de l'eau	4-1
5	INFORMATIONS MANQUANTES	5-1
6	RECOMMANDATIONS	6-1

Liste des figures

Figure 1 :	Plan de localisation
Figure 2 :	Aires de protection et inventaires
Figure 3 :	Distribution spatiale de l'indice de vulnérabilité DRASTIC
Figure 4 :	Aires de protection, zonage municipal et affectations du territoire

Liste des tableaux

Tableau 1	Études antérieures.....	1-2
Tableau 2	Description du site de prélèvement n°X0010616-1 (Puits PE-01).....	2-2
Tableau 3	Description du site de prélèvement n°X0010616-2 (Puits PE-02).....	2-2
Tableau 4	Description du site de prélèvement n°X0010616-3 (Puits PE-03).....	2-3
Tableau 5	Description de l'installation de production d'eau potable des puits PE-01, -02 et -03	2-4
Tableau 6	Niveau de vulnérabilité des aires de protection des puits PE-01, -02 et -03	2-6
Tableau 7	Inventaire des activités anthropiques des puits PE-01, -02 et -03	3-1
Tableau 8	Inventaire des événements potentiels des puits PE-01, -02 et -03.....	3-3



Annexes

- Annexe 1 : Figures
- Annexe 2 : Portée et limitations
- Annexe 3 : Certificat d'autorisation
- Annexe 4 : Schéma de construction
- Annexe 5 : Rapport photographique
- Annexe 6 : Indices DRASTIC
- Annexe 7 : Tableaux de compilation des résultats
- Annexe 8 : Méthodologie
- Annexe 9 : Liste des banques de données consultées



OPTIONNEL - Abréviations et sigles

MELCCFP	Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs
RPEP	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
RCES	Règlement sur le captage des eaux souterraines
RQEP	Règlement sur la qualité de l'eau potable
MAMH	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation
MRC	Municipalité régionale de comté
SIH	Système d'information hydrogéologique du MELCCFP
SIGEOM	Système d'information géominière
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
PPAT	Portrait provincial en aménagement du territoire



1 INTRODUCTION

En vertu du RPEP, le responsable d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 doit produire et transmettre au MELCCFP un rapport présentant les résultats de l'analyse de la vulnérabilité de sa source d'alimentation en eau potable. Pour l'application du RPEP, un site de prélèvement de catégorie 1 est défini comme étant un prélèvement d'eau effectué pour desservir un système d'aqueduc d'une municipalité alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence.

La municipalité de Saint-Alexandre exploite trois sites de prélèvement de catégorie 1 pour l'alimentation en eau potable de ses citoyens. Il s'agit de trois sites de prélèvement d'eau souterraine (puits) raccordés à une installation de production d'eau potable et un réseau de distribution (*Système de distribution d'eau potable St-Alexandre*).

Afin de répondre aux exigences du RPEP, le conseil municipal de Saint-Alexandre a mandaté Groupe Akifer inc. (Akifer) pour compléter l'analyse de la vulnérabilité de ses trois sites de prélèvement de catégorie 1. Selon l'article 68 du RPEP, le rapport d'analyse de la vulnérabilité d'un site de prélèvement d'eau souterraine doit contenir les éléments suivants :

1. La localisation du prélèvement et une description de son aménagement;
2. Le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée;
3. Les niveaux de vulnérabilité des aires de protection, évalués conformément à la méthode DRASTIC;
4. Au regard de l'aire d'alimentation, les activités anthropiques, les affectations du territoire et les événements potentiels qui sont susceptibles d'affecter la qualité et la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;
5. Une évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les événements potentiels répertoriés en vertu de l'item 4;
6. Une 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, notamment celles obtenues dans le cadre des suivis de la qualité des eaux brutes et distribuées, exigés en vertu du RQEP (chapitre Q-2, R-40).

Le présent rapport consigne l'ensemble des informations requises pour assurer la conformité des trois sites de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 de la municipalité de Saint-Alexandre avec le chapitre VI du RPEP, le tout conformément à la démarche proposée dans le *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* (Guide) produit par le MELCCFP.

La démarche d'analyse de la vulnérabilité relative aux prélèvements d'eau souterraine a été amorcée dans le cadre de l'application du RCES adopté en 2002 par le Gouvernement du Québec. Ce règlement prescrivait déjà que des aires de protection soient délimitées et que leur vulnérabilité soit évaluée par l'application de la méthode DRASTIC. Il exigeait aussi le recensement des activités et des ouvrages pouvant affecter la qualité microbiologique de l'eau. Le RPEP, entré en vigueur en 2014, remplace désormais le RCES. Il a notamment été mis en œuvre pour renforcer la protection des sources destinées à l'alimentation en eau potable en encadrant diverses activités humaines dont l'exercice est susceptible d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées.

Les informations contenues dans ce rapport sont soumises à la portée et aux limitations décrites à l'annexe 2 du présent document.



1.1 Études antérieures

Les études antérieures présentées au tableau 1 ont été consultées pour la réalisation de la présente étude.

Tableau 1 Études antérieures

Source	Titre	Référence	Date
Foratek Inc.	Recherche en eau – Municipalité de Saint-Alexandre	-	Novembre 1988
Tecsult Inc.	Expertise hydrogéologique – Avant-projet sommaire - Municipalité de Saint-Alexandre	4597	Juin 1992
Perrier Experts-Conseils inc.	Analyse de conformité des puits de captage des eaux souterraines	3113	Novembre 2006
Golder	Étude hydrogéologique aux puits de la Grande-Ligne et l'écuyer – Municipalité de Saint-Alexandre	001-10-1223-0042	Août 2010
Golder	Aires de protection et indice de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine exploitée par les trois puits de captage – Municipalité de Saint-Alexandre	002-11-1223-0042-Rev0	Novembre 2011
Snc-lavalin	Caractérisation environnementale complémentaire - Club de tir Josée à Saint-Alexandre – Municipalité de Saint-Alexandre	637990	Mai 2017
Tetratech	Étude préliminaire – Agrandissement du réservoir d'eau potable – Municipalité de Saint-Alexandre	32717TT	Juillet 2017
Golder	Compte rendu des travaux d'inspection et de nettoyage des puits de captage PE-01 et PE-02 du secteur Grande-Line en 2019 – Municipalité de Saint-Alexandre	1775752-2000-MTF-RevA	Mars 2020
Akifer	Rapport hydrogéologique – Construction d'un puits d'appoint – Municipalité de Saint-Alexandre	21234-101	Décembre 2021
WSP	Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC – Municipalité de Saint-Alexandre	221-03445-00	Mai 2023



2 CARACTÉRISATION DU PRÉLÈVEMENT D'EAU

La municipalité de Saint-Alexandre est située à environ 50 kilomètres au sud-est de la ville de Montréal. Elle est bordée par les municipalités de Notre-Dame-de-Stanbridge et Sainte-Sabine à l'est, Sainte-Brigitte d'Iberville au nord-est, Mont-Saint-Grégoire au nord, Sainte-Anne-de-Sabrevois et Saint-Jean-sur-Richelieu à l'ouest, ainsi que Saint-Sébastien au sud. Le territoire municipal de Saint-Alexandre, d'une superficie de 76 km², fait partie de la MRC du Haut-Richelieu, dans la région administrative de la Montérégie. La population est évaluée à 2 693 habitants, selon le répertoire des municipalités du MAMH.

Les puits municipaux se retrouvent dans la vallée de la rivière Richelieu, entre les collines Montérégiennes au nord et le lac Champlain au sud. Un relief plat, avec des élévations enregistrées entre 48 et 63 mètres, caractérise la physiographie de la municipalité. Au point de vue hydrographique, le territoire municipal est situé dans le bassin versant de la rivière du Richelieu. La portion au nord du rang Sainte-Marie et des puits municipaux est située dans le sous-bassin de la rivière du Sud tandis que la portion au sud est située dans le sous-bassin de la rivière aux Brochets. Le drainage en surface s'effectue principalement en direction sud via les ruisseaux Décharge Lacroix, Ewing et Décharge des Outardes.

Au point de vue géologique, la municipalité de Saint-Alexandre est située dans la province géologique de la plateforme du Saint-Laurent. D'après la compilation de la géologie régionale du SIGEOM, les formations rocheuses présentes sur le territoire appartiennent à la Formation d'Iberville. Il s'agit de roches sédimentaires composées de mudstones calcareux et de siltstones dolomitiques.

Les dépôts meubles sus-jacents au socle rocheux sont composés principalement de tills non différenciés en couverture continue ainsi que de sédiments glacio-marins littoraux, pré-littoraux et d'eau profonde. On y retrouve aussi, en plus petite quantité, des sédiments juxtaglaciaires et des alluvions de terrasse fluviale. Le till est généralement formé d'argile et sable compact, avec un peu de cailloux. Les sédiments littoraux sont composés de sable et graviers mal triés, alors que les dépôts de profondeur sont composés d'une argile silteuse.

2.1 Description des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable

La population de Saint-Alexandre est desservie en eau potable par un réseau d'aqueduc alimenté par trois sites de prélèvement d'eau souterraine reliés à une installation de production d'eau potable identifiée *Station de purification Saint-Alexandre (poste chlor.)*. Les prélèvements se font par l'intermédiaire de trois puits tubulaires nommés PE-01, PE-02 et PE-03. Les puits PE-01 et PE-02 sont situés dans le secteur Grande-Ligne, sur le lot 4 390 518, à environ 3 kilomètres au sud-est de la municipalité. Le puits PE-03 est situé dans le secteur l'Écuyer, sur le lot 4 390 508, en bordure du rang Sainte-Marie, à environ 500 mètres au sud-ouest des puits du secteur Grande-Ligne.

La localisation des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable qui leur est associée est montrée à la figure 1 de l'annexe 1.

2.1.1 Description des sites de prélèvement

Les puits PE-01, PE-02 et PE-03 exploitent un aquifère de sable et gravier à l'interface du socle rocheux. L'aquifère est de type non confiné (nappe libre), c'est-à-dire que la formation aquifère est en lien direct avec la pression atmosphérique et qu'elle n'est pas limitée au-dessus par un aquitard. Il peut donc être directement rechargé par l'infiltration d'eaux de surface, ce qui rend cette dernière vulnérable et très sensible à la contamination.



Outre les puits PE-01 à PE-03, le puits PE-04 (STA-21-01), non exploité, et cinq puits d'observation se retrouvent dans le secteur Grande-Ligne alors que trois puits d'observation sont localisés dans le secteur l'Écuyer. Ces derniers ont été aménagés dans le cadre de travaux de recherche en eau et de caractérisation environnementale. Leur présence sur le terrain a pu être vérifiée. Le puits PE-4 a été construit en 2020 pour pallier à une problématique de manque d'eau récurrente depuis quelques années. En date d'aujourd'hui, le puits n'est toujours pas raccordé, mais est en voie de l'être.

Les tableaux 2 à 4 suivants présentent les principaux éléments d'information concernant les trois sites de prélèvements de catégorie 1 de la municipalité. Les coordonnées géographiques recueillies dans ces tableaux proviennent d'un levé d'arpentage effectué en mai 2024 par Akifer à l'aide d'un GPS de précision de marque Leica. Les caractéristiques des puits sont tirées des études antérieures mentionnées au précédent tableau 1.

Tableau 2 Description du site de prélèvement n^o X0010616-1 (Puits PE-01)

Élément	Description
Nom SP	SAINT-ALEXANDRE No approvisionnement : 17756 (Hébert)
Nom usuel	PE-01
Numéro SP	X0010616-1
Localisation	2115, Grande-Ligne, Saint-Alexandre (Québec) - lot 4 390 518
Coordonnées géographiques (degrés décimaux NAD83)	Latitude : 45,223678 Longitude : -73,094638
Type d'usage	Site utilisé en permanence
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	11,9 mètres
Type de milieu	Granulaire
Débit de prélèvement autorisé (m ³ /j)	375 m ³ /j
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7318-16-01-5605501 (Voir le certificat d'autorisation à l'annexe 3)
Schéma (vue en coupe)	Voir à l'annexe 4

Le puits PE-01 a été construit en 1990 par la firme FORATEK. C'est un puits tubulaire de 250 millimètres de diamètre par 11,9 mètres de profondeur. Il possède une crépine télescopique de 5 mètres de longueur à la base du forage. Ses ouvertures font 0,8 millimètre (n^o 30). Une collerette de ciment bentonite est aménagée dans la partie supérieure du puits, pour le protéger de toute infiltration le long du tubage (WSP, 2023). Le puits se situe sous la surface du sol, à l'intérieur d'un regard en béton.

Tableau 3 Description du site de prélèvement n^o X0010616-2 (Puits PE-02)

Élément	Description
Nom SP	SAINT-ALEXANDRE No approvisionnement : 11668 (puits #2)
Nom usuel	PE-02
Numéro SP	X0010616-2
Localisation	2115, Grande-Ligne, Saint-Alexandre (Québec) - lot 4 390 518
Coordonnées géographiques (degrés décimaux NAD83)	Latitude : 45,223652 Longitude : -73,094675
Type d'usage	Site utilisé en permanence
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	11,2 mètres
Type de milieu	Granulaire



Élément	Description
Débit de prélèvement autorisé	161 m ³ /j
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7318-16-01-5605501 (Voir le certificat d'autorisation à l'annexe 3)
Schéma (vue en coupe)	Voir à l'annexe 4

Le puits PE-02, construit en 1989 par FORATEK, est un puits tubulaire multitubé de 254 X 200 millimètres de diamètre par 11,2 mètres de profondeur. Il possède une crépine en acier inoxydable de 200 millimètres de diamètre de type pipe-size avec de 2,5 mètres de longueur avec des ouvertures de 0,8 millimètre (n°30.) et une chambre de pompage de 1,5 mètre de longueur à sa base. Il est à noter que le puits PE-02 a été réaménagé depuis sa construction et que son tubage a été prolongé hors sol de 1,16 mètre. En raison d'un bris au niveau de la crépine en 2012, une crépine de 152 millimètres de diamètre a été installée au contact de la crépine existante. Un couvercle étanche, le protégeant des intempéries et de la vermine, a été installé.

Tableau 4 Description du site de prélèvement n° X0010616-3 (Puits PE-03)

Élément	Description
Nom SP	Puits #1
Nom usuel	PE-03
Numéro SP	X0010616-3
Localisation	Rang Sainte-Marie, Saint-Alexandre (Québec) - lot 4 390 508
Coordonnées géographiques (degrés décimaux NAD83)	Latitude : 45,219914 Longitude : -73,097926
Type d'usage	Site d'appoint
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	12,65 mètres
Type de milieu	Granulaire
Débit de prélèvement autorisé	418 m ³ /j
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7318-16-01-5605501 (Voir le certificat d'autorisation à l'annexe 3)
Schéma (vue en coupe)	Voir à l'annexe 4

Le puits de pompage PE-03, construit en 1990, est un puits tubulaire de 254 millimètres de diamètre par 12,65 mètres de profondeur. Le tubage d'acier fait 7,62 mètres de longueur alors qu'il possède une crépine télescopique d'une longueur de 3,05 mètres aménagée à sa base. Les ouvertures de la crépine font 1,5 millimètre (n° 60). Le puits se situe sous la surface du sol, à l'intérieur d'un regard en béton.

Lors de la visite du site effectuée le 2 mai 2024 par Akifer, en compagnie de monsieur Marc-Antoine Lefebvre, directeur général de la municipalité de Saint-Alexandre, il a pu être constaté que les infrastructures de prélèvement sont propres et maintenues en bon état. L'accès aux deux secteurs de prélèvement est protégé par une enceinte clôturée, mais aucune affiche indiquant la présence d'un puits d'eau potable n'est installée.

L'aménagement de certains puits d'observation en surface n'est pas conforme au RPEP. Le tubage des puits devra être rehaussé d'au moins 30 centimètres de la surface du sol et être muni d'un couvercle sécuritaire, protégeant le puits des intempéries et de la vermine.

Des photos des ouvrages de captage datant de la visite du 2 mai 2024 sont présentées à l'annexe 5.



2.1.2 Description de l'installation de production d'eau potable

Les infrastructures de production d'eau potable associées aux puits municipaux comprennent une station de pompage, une station de traitement, un réservoir d'emmagasinement, un réseau de distribution avec protection incendie et une génératrice d'urgence. Chaque puits possède un compteur d'eau qui lui est dédié. Un compteur totalisateur est localisé à la sortie de la station de traitement et permet la comptabilisation des volumes d'eau distribués à la municipalité.

L'eau extraite des trois puits est dirigée vers la station de traitement, localisée dans le secteur Grande-Ligne, à l'usine de traitement. L'eau en provenance de chaque puits de pompage passe à travers un filtre au sable vert puis subit l'injection de permanganate de potassium pour précipiter le fer et le manganèse. L'eau du puits PE-03 subit quant à elle une chloration après l'ajout du permanganate de potassium. L'eau des trois puits est ensuite mélangée, puis est traitée à l'hypochlorite de sodium, avant d'être envoyée vers le réservoir d'emmagasinement. Le temps de contact est obtenu directement dans le réservoir à niveau variable en y maintenant un niveau minimum pour assurer une désinfection adéquate de l'eau distribuée.

Tous les puits de pompage ainsi que l'usine de traitement sont situés à l'intérieur de terrains clôturés, dont les surfaces couvrent approximativement 3 350 m³ pour le secteur Grande-Ligne et 5 215 m³ pour le secteur l'Écuyer. Le tableau 5 présente les principaux éléments d'informations relatifs à l'installation de production d'eau potable de la municipalité de Saint-Alexandre. Des photos des équipements de pompage et de traitement sont présentées à l'annexe 5.

Tableau 5 Description de l'installation de production d'eau potable des puits PE-01, -02 et -03

Élément	Description
Nom	Station de purification Saint-Alexandre (poste chlor.)
Numéro	X0010616
Localisation	2115, Grande-Ligne, Saint-Alexandre (Québec) - lot 4 390 518
Nombre de personnes desservies par le biais du réseau de distribution	1603 personnes selon le répertoire des installations municipales de distribution d'eau potable du MELCCFP (http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp)
Provenance de l'eau	Souterraine
Sites de prélèvement reliés à cette installation	PE-01 X0010616-1 PE-02 X0010616-2 PE-03 X0010616-3
Capacité d'emmagasinement des réservoirs	650 m ³

2.2 Aires de protection des sites de prélèvement

Selon le RPEP, des aires de protection doivent être délimitées par un professionnel pour les prélèvements d'eau souterraine destinée à la consommation humaine afin notamment d'évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine et d'encadrer l'exécution de certaines activités pouvant affecter sa qualité.

Pour les prélèvements d'eau de catégorie 1, le RPEP définit, aux articles 54, 57 et 65, quatre aires de protection, soit :

- ▷ L'aire de protection immédiate;
- ▷ L'aire de protection intermédiaire bactériologique;
- ▷ L'aire de protection intermédiaire virologique;
- ▷ L'aire de protection éloignée, qui correspond à l'aire d'alimentation du prélèvement.



L'aire de protection immédiate est définie par un rayon fixe de 30 mètres autour du site de prélèvement alors que les limites des aires de protection intermédiaire et éloignée doivent être délimitées à l'aide des données recueillies par le biais d'un minimum de trois points d'observation aménagés au sein de l'aquifère exploité. Les aires de protection intermédiaire correspondent au temps de migration de l'eau souterraine de 200 jours pour la protection bactériologique et de 550 jours pour la protection virologique. L'aire de protection éloignée, ou aire d'alimentation, correspond à la superficie de terrain au sein de laquelle les eaux souterraines y circulant vont éventuellement être captées par l'installation de prélèvement d'eau. Elle a théoriquement la forme d'une parabole ouverte du côté amont et s'étend jusqu'à la ligne de partage des eaux. Elle est habituellement évaluée en utilisant le débit journalier moyen d'exploitation.

2.2.1 Travaux antérieurs

Les aires de protection autour des puits de la municipalité de Saint-Alexandre ont été délimitées dans l'étude produite par la firme WSP en mai 2023 (référence tableau 1), selon les dispositions des articles 54, 57 et 65 du RPEP. Dans le cadre de cette étude, un modèle numérique a été développé avec le logiciel FEFLOW version 7.5 (Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation Système; DHI, 2023). Toutes les informations hydrogéologiques disponibles (forages, cartes géologiques, système d'information hydrogéologique, etc.) ont été rassemblées et ont servi à la construction du modèle numérique.

En simulant le pompage des puits en régime transitoire dans le modèle numérique d'écoulement, les aires de protection intermédiaire et éloignée ont été définies selon une simulation prédictive, pour des temps de transport spécifiques, permettant de reproduire le patron d'écoulement pour les débits moyens de l'année 2022. Ainsi, l'enveloppe des lignes d'écoulement correspond à l'aire d'alimentation (aire de protection éloignée), tandis que les aires de protection intermédiaires bactériologique et virologique sont délimitées en reliant les marqueurs de temps représentatifs des parcours de 200 et 550 jours.

Avec le modèle numérique, des aires de protection intermédiaire distinctes et une aire éloignée commune ont été délimitées pour les quatre puits (PE-01, PE-02, PE-03 et le puits non raccordé PE-4) en considérant un débit de pompage de 269,72 m³/jour pour les puits du secteur Grande-Ligne et un débit de 128,55 m³/jour pour le puits du secteur l'Écuyer, soit un débit total de 398,27 m³/jour.

Les aires de protection intermédiaire prennent la forme d'une sphère aplatie orientée est-ouest alors que l'aire d'alimentation, globalement étendue vers le nord, est déformée en fonction des unités hydrostratigraphiques rencontrées.

Pour ce qui est des aires de protection immédiate, ces dernières correspondent à un rayon de 30 mètres autour de chacun des points de prélèvement.

2.2.2 Aires de protection

Les aires de protection intermédiaire et éloignée des puits de la municipalité de Saint-Alexandre, découlant de la modélisation numérique réalisée et telles que délimitées par la firme WSP, sont illustrées à figure 2 de l'annexe 1. Les aires de protection immédiate, correspondant à des rayons de 30 mètres, y sont également présentées.

Le rapport sur la délimitation des aires de protection, incluant les détails de calibration, est joint à l'annexe 6.



2.2.3 Limitations

Il est à noter que la détermination des aires de protection d'un ouvrage de captage comporte toujours une part d'incertitude, puisqu'elle est basée sur des hypothèses et qu'elle est particulièrement sensible aux incertitudes des paramètres hydrogéologiques. Ainsi, les limites des aires de protection doivent être vues de façon probabiliste plutôt que de façon déterministe.

2.3 Niveaux de vulnérabilité des aires de protection

La vulnérabilité intrinsèque de l'eau souterraine se définit comme sa sensibilité à la contamination par l'activité humaine. Pour l'évaluer, l'emploi de la méthode DRASTIC (Aller et al., 1987) est prescrit par le RPEP. Cette méthode permet d'évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine sur la base des cadres géologique et hydrogéologique. Elle fait abstraction de la nature des contaminants et des facteurs de risque reliés à des paramètres tels que la proximité des usagers, les activités pratiquées en surface, etc.

Le calcul de l'indice DRASTIC est basé sur sept paramètres dont les premières lettres forment l'acronyme DRASTIC : profondeur (depth) de la nappe (D), recharge annuelle (R), type d'aquifère (A), type de sol (S), topographie des lieux (T), impact de la zone vadose (I) et conductivité hydraulique de l'aquifère (C). Un poids est attribué à chacun des paramètres selon son influence. Le produit de ce poids par une cote dépendant des conditions locales constitue un indice partiel et la somme de ces indices forme l'indice DRASTIC. Cet indice peut varier de 23 à 226.

Selon l'article 53 du RPEP, le résultat du calcul de l'indice DRASTIC permet de classer la vulnérabilité de l'eau souterraine selon l'un des trois niveaux suivants :

- ▷ Vulnérabilité faible : indice DRASTIC égal ou inférieur à 100;
- ▷ Vulnérabilité moyenne : indice DRASTIC supérieur à 100 et inférieur à 180;
- ▷ Vulnérabilité élevée : indice DRASTIC égal ou supérieur à 180.

La vulnérabilité de l'eau souterraine exploitée par la municipalité de Saint-Alexandre a été évaluée avec la méthode de l'indice DRASTIC dans l'étude de la firme WSP produite en mai 2023. Les indices DRASTIC évalués dans les différentes aires de protection varient entre 180 (77%) et 185 (80%). Les indices obtenus indiquent un niveau de vulnérabilité élevé (DRASTIC \geq 180) dans toutes les aires de protection des puits.

Les détails de la méthode de calcul afin d'obtenir ces valeurs sont présentés dans le rapport de la firme WSP fourni à l'annexe 6. Les niveaux de vulnérabilité des aires de protection sont compilés au tableau 6 ci-après ainsi qu'au tableau A4-1 de l'annexe 7 et à la figure 3 de l'annexe 1.

Tableau 6 Niveau de vulnérabilité des aires de protection des puits PE-01, -02 et -03

Nom de l'aire de protection évaluée	Plage d'indices DRASTIC	Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus	Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection évaluée
Immédiate PE-01 à PE-03	180	Sur l'ensemble de l'aire	Élevé
Intermédiaire bactériologique PE-01 à PE-03	185	Sur l'ensemble de l'aire	Élevé
Intermédiaire bactériologique PE-01 et PE-03	185	Sur l'ensemble de l'aire	Élevé
Éloignée PE-01 et PE-03	185	Sur l'ensemble de l'aire	Élevé

La réglementation pertinente à la qualité de l'eau potable et à l'exploitation des eaux souterraines est plus restrictive pour les activités de nature agricole à contrôler ou à interdire dans les aires de protection lorsque l'indice DRASTIC est supérieur ou égal à 100.



3 ÉLÉMENTS SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LA QUALITÉ OU LA QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES

L'inventaire des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées a été réalisé selon la méthodologie présentée à l'annexe 8, le tout conformément au Guide produit par le MELCCFP.

3.1 Inventaire des activités anthropiques et évaluation des menaces qu'elles représentent

L'inventaire des activités anthropiques susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées a été réalisé à l'aide de la matrice graphique de la MRC du Haut-Richelieu, des logiciels Google Maps et QGIS. De plus, la liste des banques de données consultées pour la réalisation des inventaires est placée à l'annexe 9. L'inventaire a aussi été complété lors de la visite sur le terrain d'Akifer le 2 mai 2024.

Les activités anthropiques répertoriées dans les aires de protection des puits municipaux se retrouvent à la figure 2 de l'annexe 1. Elles ont également été compilées sommairement au tableau 7 ci-après. L'inventaire exhaustif des activités anthropiques, comprenant l'évaluation des menaces qu'elles représentent, se trouve au tableau A4-2 à l'annexe 7 du présent rapport et varie de faible à très élevé.

Tableau 7 Inventaire des activités anthropiques des puits PE-01, -02 et -03

Activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Aire de protection	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu
Circulation routière (chemin Grande Ligne, rang Sainte-Marie)	Circulation de véhicules et utilisation probable de sels de voirie et/ou abrasifs	Intermédiaire	Sels de voirie et abrasifs	Élevé
Garage agricole	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques.	Intermédiaire	Hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Élevé
Champ de tir Josée	Utilisation et contamination probables par du plomb, des hydrocarbures pétroliers, des produits chimiques et d'autres substances organiques et inorganiques	Intermédiaire	Hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Élevé
Résidence ou commerce non connecté au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	Intermédiaire	Microorganismes, nitrites/nitrates, autres substances organiques et inorganiques	Élevé
Terrain contaminé	Contamination par des hydrocarbures pétroliers et autres substances inorganiques	Intermédiaire	Hydrocarbures pétroliers et autres substances inorganiques	Élevé
Champs en culture	Entreposage et épandage de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides probables	Intermédiaire	Microorganismes, nitrites/nitrates, pesticides et autres substances organiques et inorganiques	Élevé



Activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Aire de protection	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu
Champs en culture	Entreposage et épandage de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides probables	Éloignée	Nitrites/Nitrates, pesticides et autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Élevage	Épandage probable de fumier, d'engrais minéraux et utilisation d'équipements fonctionnant aux hydrocarbures pétroliers	Éloignée	Nitrites/Nitrates, hydrocarbures pétroliers et autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	Éloignée	Nitrites/nitrates, autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Circulation routière (chemin Grande Ligne, rang Sainte-Marie)	Circulation de véhicules et utilisation probable de sels de voirie et/ou abrasifs	Éloignée	Hydrocarbures pétroliers, sels de voirie et abrasifs, autres substances transportées	Moyen
Stockage divers	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et/ou chimiques	Éloignée	Autres substances organiques et inorganiques	Faible

Le potentiel de risque des activités anthropiques dépend entre autres de la vulnérabilité de l'aquifère exploité. Les niveaux de vulnérabilité de l'aquifère exploité par la municipalité de Saint-Alexandre sont présentés à la figure 3 de l'annexe 1 et sont discutés à la section 2.3 précédente.

Le transport routier et les infrastructures routières sont la première catégorie d'activités anthropiques inventoriées dans la zone étudiée. Ils obtiennent un potentiel de risque variant de moyen à élevé. Ces routes représentent un risque associé à la contamination possible par les sels de voirie et les abrasifs lors de l'entretien des routes en période hivernale. Le potentiel de risque dépend de la proximité des routes avec les ouvrages de captage et de son achalandage. Ainsi, le rang Sainte-Marie et le chemin Grande-Ligne obtiennent un potentiel de risque plus élevé dans les aires de protection intermédiaire que dans l'aire éloignée.

Les principales activités anthropiques dans le secteur des puits sont les activités agricoles, principalement les cultures intensives (céréales, maïs, plantes oléagineuses) et les élevages d'animaux de ferme. Les risques pour l'eau souterraine associés à ces activités sont multiples : contamination par des microorganismes (risque considéré pour les aires de protection intermédiaires seulement), contamination en nitrites/nitrates et en pesticides ainsi qu'en d'autres substances organiques et inorganiques. Ces risques sont attribués principalement à l'entreposage et à l'épandage de fumiers, d'engrais minéraux et de pesticides. Le potentiel de risque pour l'aquifère exploité par la municipalité est jugé élevé pour les activités agricoles se déroulant dans les aires de protection intermédiaire et moyen pour les activités agricoles se déroulant dans l'aire de protection éloignée.

Les résidences présentes à l'intérieur de l'aire d'alimentation des puits constituent, selon leur localisation, un potentiel de risque qui varie de moyen (aire éloignée) à élevé (aire intermédiaire). Les risques pour l'eau souterraine sont la contamination par des microorganismes (risque considéré pour les aires de protection intermédiaire seulement), la contamination en nitrites/nitrates et la contamination par d'autres substances organiques et inorganiques. Le risque lié à ces bâtiments résidentiels concerne la présence probable d'installations septiques individuelles dont l'étanchéité n'est pas connue.

Le garage agricole présent dans les aires intermédiaires de la zone à l'étude est une problématique puisque diverses machineries y sont fréquemment stationnées.



Ces machineries présentent un risque de contamination en hydrocarbures pétroliers, ainsi qu'en substances organiques et inorganiques. Le garage agricole obtient un potentiel de risque élevé, considérant la fréquence de libération des contaminants qui est estimée occasionnelle.

Un champ de tir est présent dans les aires de protection intermédiaire des puits du secteur Grande Ligne, plus précisément à 80 mètres au nord-est de ces derniers. Celui-ci reçoit un potentiel de risque élevé en raison de sa proximité avec les puits PE-01 et PE-02 et de la possibilité de contamination en hydrocarbures pétroliers, en substances organiques et inorganiques. De plus, le terrain abritant le champ de tir a d'ores et déjà été déclaré contaminé aux HAP et/ou au plomb et obtient lui aussi un potentiel de risque élevé bien que la fréquence de libération des contaminants ait été estimée rare.

Dans l'aire de protection éloignée, l'entreposage de matériaux divers a été répertorié dans la cour arrière d'une résidence. Cette activité représente un risque s'il y a entreposage de produits chimiques ou d'hydrocarbures pétroliers. Il obtient un potentiel de risque faible en raison de l'incertitude des produits entreposés.

3.2 Inventaire des événements potentiels et évaluation des menaces qu'ils représentent

Les événements identifiés ont été compilés au tableau 8 ci-après et présentés à la figure 2 de l'annexe 1. L'inventaire exhaustif des événements potentiels comprenant l'évaluation des menaces qu'ils représentent se trouve au tableau A4-3 de l'annexe 7 du présent rapport et varie de très faible à élevé.

Tableau 8 Inventaire des événements potentiels des puits PE-01, -02 et -03

Évènement potentiel	Activité associée à l'évènement potentiel	Aire de protection	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu
Déversement d'hydrocarbures pétroliers associé à la génératrice	Génératrice d'urgence	Immédiate	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Élevé
Déversement d'hydrocarbures pétroliers et d'autres substances transportées	Chemin d'accès aux puits et au champ de tir	Immédiate	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Moyen
Déversement de produits de traitement	Station de traitement	Immédiate	Autres substances inorganiques	Moyen
Déversement de produits chimiques et d'autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	Immédiate	Microorganismes, nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	Intermédiaire	Microorganismes, nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Déversement de produits chimiques, d'hydrocarbures pétroliers et d'autres substances organiques et inorganiques	Puits privés	Intermédiaire	Microorganismes, nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Déversement d'hydrocarbures pétroliers et d'autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, rang Sainte-Marie)	Intermédiaire	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées, sels de voirie et abrasifs	Élevé



Évènement potentiel	Activité associée à l'évènement potentiel	Aire de protection	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu
Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Garage agricole	Intermédiaire	Hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Élevé
Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Champ de tir Josée	Intermédiaire	Substances organiques et inorganiques	Moyen
Déversement d'hydrocarbures pétroliers et d'autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, rang Sainte-Marie)	Éloignée	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées, sels de voirie et abrasifs	Moyen
Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	Éloignée	Nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Faible
Déversement accidentel de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	Éloignée	Nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Faible
Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Entreposage divers	Éloignée	Hydrocarbures pétroliers et autres substances organiques et inorganiques	Moyen
Déversement de produits chimiques, d'hydrocarbures pétroliers et d'autres substances organiques et inorganiques	Puits privés	Éloignée	Nitrites/nitrates, pesticides, hydrocarbures pétroliers, autres substances organiques et inorganiques	Faible

Tout d'abord, la possibilité d'un déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers associés à la circulation routière est envisageable. Le potentiel de risque varie selon la distance de la route avec les puits municipaux, ainsi que de son achalandage. Étant donné sa localisation, les chemins d'accès aux puits municipaux et au champ de tir, situés dans les aires de protection immédiates, présentent tous deux un potentiel de risque moyen. Les routes situées dans les aires de protection intermédiaire présentent pour leur part un potentiel de risque élevé, alors que celles localisées dans l'aire éloignée obtiennent un potentiel de risque moyen. Il est à noter que toutes autres substances transportées sur ces différentes routes sont susceptibles d'être déversées et de contaminer les sources d'eau. La gravité associée à un tel évènement dépend notamment de la nature de la substance déversée et de l'envergure du déversement.

Le ruissellement ou le déversement d'hydrocarbures pétroliers, de fumier, d'engrais minéraux ou de pesticides, liés aux activités agricoles, ont été identifiés comme étant des évènements potentiels susceptibles de survenir dans les aires de protection intermédiaire et éloignée. Le potentiel de risque est de faible ou très faible pour les hydrocarbures pétroliers reliés à la présence de machineries lourdes et il est de moyen ou faible pour les autres contaminants, selon l'aire considérée.

Un déversement accidentel d'hypochlorite de sodium, de permanganate de potassium ou d'hydrocarbures pétroliers pourrait aussi survenir au niveau de la station de traitement et de distribution dans laquelle on retrouve des produits de traitement de l'eau et une génératrice au diesel. Un potentiel de risque moyen est associé au déversement des produits de traitement alors que le déversement d'hydrocarbures pétroliers, associé au réservoir de la génératrice, est élevé.

Un déversement d'hydrocarbures pétroliers et de substances organiques et inorganiques est également une possibilité au niveau du garage agricole se situant sur le terrain voisin des puits PE-01 et PE-02, considérant l'utilisation et l'entreposage de produits pétroliers ou d'autres produits chimiques divers. Un potentiel de risque élevé lui est attribué.



Pour ce qui est du risque associé à l'entreposage résidentiel et celui relié au champ de tir, considérant que ce sont les mêmes contaminants en jeu, les potentiels de risque sont respectivement moyens et élevés, selon leur proximité des sites de prélèvement.

Les puits d'observation, au même titre que les puits privés aménagés dans les différentes aires de protection des puits municipaux, représentent un risque pour la qualité de l'eau souterraine. Ces ouvrages sont en contact direct avec l'eau souterraine et constituent une voie préférentielle potentielle pour l'infiltration de contaminants dans l'aquifère. Par conséquent, il est très important que tout puits soit en bon état, étanche et muni d'un couvercle sécuritaire, résistant aux intempéries, aux contaminants et à la vermine. Lors de la visite réalisée le 2 mai 2024, il a été observé que les puits d'observation étaient en bonne condition, mais que leur couvercle était au niveau du sol. Chaque puits d'observation devrait minimalement avoir une margelle d'au moins 30 centimètres de hauteur et être muni d'un couvercle sécuritaire (cadenassé). Il est important de surveiller régulièrement l'état de ces infrastructures puisque le bris d'un de ces ouvrages pourrait avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau souterraine exploitée. Dans les aires de protection intermédiaire, les puits privés obtiennent un potentiel de risque moyen tandis que celui-ci devient faible dans l'aire éloignée. Les puits d'observation, quant à eux, se voient attribuer un potentiel de risque moyen malgré leur position dans l'aire immédiate.

3.3 Inventaire des affectations du territoire

L'inventaire des affectations du territoire susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux souterraines exploitées a été effectué à partir du règlement de zonage de la municipalité de Saint-Alexandre.

Les affectations du territoire ainsi que les activités qu'elles permettent qui représentent un potentiel de risque ont été compilées pour les différents groupes d'usage du règlement de zonage. Cet inventaire inclut une description de la nature et de l'ampleur du risque associé aux activités anthropiques permises et est présenté au tableau A4-4 de l'annexe 7.

Les différentes zones qui touchent le territoire couvert par les aires de protection des puits municipaux, présentées à l'annexe 7, sont les zones A-4, A-6 et AP-2.

Plus précisément, les aires de protection intermédiaire des puits PE-01 et PE-02 recoupent les zones A-4 et AP-2, alors que les aires de protection intermédiaire du puits PE-03 touchent seulement la zone A-6. Les trois zones sont présentes dans l'aire éloignée des puits.

Les aires de protection de l'aquifère qui sont touchées par les affectations actuelles acceptent les groupes d'usage Résidentiel (H), Public et Institutionnel (P) ainsi qu'Agricole (A). La distribution du plan de zonage et les affectations du territoire par rapport aux aires de protection sont présentées à la figure 4 de l'annexe 1. Les affectations du territoire présentées dans cette figure sont celles diffusées dans le Navigateur cartographique du PPAT, produit par le MAMH. Selon le navigateur, la base de données PPAT est une représentation des schémas d'aménagement en vigueur.

Le groupe Habitation représente principalement un risque dans le cas où les résidences ne seraient pas desservies par un réseau d'égouts. L'activité à risque dans ce cas est liée à la présence d'installations septiques, dont certaines pourraient ne pas être étanches.

Les activités agricoles sont également autorisées dans toutes les zones qui touchent les aires de protection. Les activités permises par ces groupes d'usage représentent la principale menace pour la source d'eau, notamment les fermes de cultures et les fermes d'élevage. L'ampleur du risque dépend de la nature et de l'envergure des activités agricoles ainsi que des pratiques appliquées. De manière générale, les contaminants associés à ces activités sont les microorganismes, les nitrites/nitrates, les pesticides et d'autres substances inorganiques et organiques, ainsi que les hydrocarbures pétroliers (machineries et réservoirs).



Les activités permises liées aux services publics peuvent aussi représenter un risque de contamination en hydrocarbures pétroliers, en substances organiques et inorganiques.

Bref, le règlement de zonage actuel permet certaines activités agricoles et résidentielles en particulier, représentant un risque pour l'eau souterraine exploitée par la municipalité de Saint-Alexandre lorsqu'elles recoupent les aires de protection des puits municipaux puisque plusieurs activités susceptibles d'émettre des contaminants en continu et en grande quantité y sont autorisées. Ainsi, le présent exercice montre que les sites de prélèvement sont vulnérables aux activités approuvées par le règlement de zonage.



4 IDENTIFICATION DES PROBLÈMES AVÉRÉS ET DES CAUSES PROBABLES

L'identification des problèmes affectant ou ayant affecté la qualité ou la quantité de l'eau brute et de l'eau distribuée a été réalisée à partir des études hydrogéologiques disponibles, des résultats d'analyses de laboratoire de 2019 à 2024 pour le suivi périodique exigé en vertu de l'article 14 du RQEP, des formulaires de déclaration de prélèvement d'eau des années 2019 à 2024, des bilans annuels de la consommation d'eau potable ainsi qu'à partir des informations transmises par la municipalité, selon la méthodologie présentée à l'annexe 8.

4.1 Problèmes affectant la qualité de l'eau

Conformément à l'article 14 du RQEP, la municipalité évalue régulièrement la qualité chimique de l'eau distribuée. À la suite de la revue des sources de données disponibles mentionnées précédemment, aucun problème significatif lié à la qualité chimique de l'eau prélevée et distribuée par la municipalité de Saint-Alexandre n'a été identifié.

On peut toutefois noter les résultats des travaux de caractérisation effectués au champ de tir Josée qui indiquent un dépassement du critère d'eau de consommation du Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés pour l'arsenic, le manganèse et les nitrites-nitrates.

Dans ce contexte et considérant que le champ de tir Josée est encore en opération, une attention particulière devrait être portée pour chacun de ces paramètres. Il est recommandé de procéder à un suivi trimestriel de ces paramètres durant au moins trois ans afin de détecter toute tendance à la hausse et d'évaluer si la présence de ces éléments peut entraîner des problèmes à long terme. Ce type de suivi favorise aussi une prise de décision afin d'obtenir, si nécessaire, un meilleur plan d'intervention.

La municipalité de Saint-Alexandre n'étant pas assujettie à l'article 19 du RQEP puisque son réseau d'aqueduc dessert moins de 5 000 personnes, elle ne réalise pas de suivi relativement aux concentrations en pesticides et aux autres substances organiques dans l'eau distribuée. Toutefois, dans le cadre de la réalisation des analyses de vulnérabilité, le MELCCFP recommande, lorsque l'article 19 du RQEP ne s'applique pas, de réaliser quand même deux suivis ponctuels (au printemps et à l'automne) pour évaluer si des pesticides ou autres substances organiques sont présents dans l'eau souterraine. Le niveau de vulnérabilité élevé des aires de protection des puits municipaux et la présence d'activités susceptibles d'émettre des contaminants militent en faveur de la mise en œuvre de cette recommandation du MELCCFP.

4.2 Problèmes affectant la quantité de l'eau

Au niveau de la quantité d'eau, ces problèmes ont été rapportés :

- ▷ Perforation du tubage du puits PE-03;
- ▷ Panne électrique et dysfonctionnement de la génératrice d'urgence en janvier 2024.

De plus, depuis 2020, la municipalité doit acheter régulièrement de l'eau à des fournisseurs privés durant les périodes de pointes, principalement au printemps. La construction d'un nouveau réservoir ainsi que le raccordement du puits PE-04 (STA-21-01) sont prévus dans les années à venir, afin de pallier le problème du manque d'eau auquel fait face la municipalité depuis déjà plusieurs années.



5 INFORMATIONS MANQUANTES

Toutes les informations pertinentes à la réalisation de cette analyse de la vulnérabilité de la source d'alimentation pour les prélèvements d'eau souterraine n^oX0010616-1, X0010616-2 et X0010616-3 ont été obtenues.



6 RECOMMANDATIONS

L'analyse et l'interprétation des informations traitées dans cette première analyse de la vulnérabilité de la source pour les prélèvements d'eau souterraine de catégorie 1 de la municipalité de Saint-Alexandre amènent à faire les recommandations suivantes :

- ▷ Compiler les résultats d'analyses des contrôles périodiques dans un fichier Excel afin de faciliter le suivi des paramètres affectant ou ayant affecté la qualité des eaux exploitées;
- ▷ Tenir un registre des problèmes d'eau brute rencontrés, des événements ayant un impact sur les données d'exploitation, tels les lavages de réseau, les fuites, les incendies majeurs, les bris d'équipements, la calibration des appareils, les pluies abondantes, et consigner les informations dans un fichier Excel;
- ▷ Maintenir à jour un registre des activités pratiquées à l'intérieur des aires de protection des puits;
- ▷ Réaliser deux suivis ponctuels (printemps et automne) afin d'évaluer si des pesticides ou autres substances organiques sont présents dans l'eau souterraine, en accord avec la recommandation du MELCCFP relativement aux analyses de vulnérabilité;
- ▷ Procéder à un suivi trimestriel des concentrations en arsenic, manganèse et nitrites-nitrates, pour détecter toute tendance à la hausse;
- ▷ Rehausser la margelle de chacun des puits d'observation présents à proximité des puits pour qu'elle excède du sol d'au moins 0,30 mètre;
- ▷ S'assurer que les puits d'observation présents dans les aires de protection des puits demeurent en bon état et étanches, et qu'ils soient toujours munis d'un couvercle sécuritaire (cadenassé), résistant aux intempéries, aux contaminants et à la vermine;
- ▷ Instaurer un programme de gestion d'aquifère incluant un suivi périodique de l'efficacité des puits;
- ▷ S'assurer de garder l'accès aux puits municipaux barré en tout temps;
- ▷ Indiquer la présence d'une aire de protection immédiate de manière à assurer sa visibilité en tout temps à tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur;

Cadre réglementaire

Disposition générale (RPEP)

- ▷ Article 55. Indiquer sur les lieux, la localisation de l'aire de protection immédiate des puits, de manière à assurer sa visibilité en tout temps à tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur.
- ▷ Article 57. Transmettre un avis écrit au domicile de chacune des propriétés incluses dans les aires de protection intermédiaire des puits informant leurs propriétaires ou leurs occupants de la présence d'un site de prélèvement d'eau souterraine dans leur voisinage.
- ▷ Article 68 :
 - ▶ Transmettre une copie du présent rapport à la MRC du Haut-Richelieu;
 - ▶ Transmettre les renseignements suivants à l'organisme de bassin versant des rivières Richelieu (CAVABAR) :
 - La localisation des sites de prélèvement et une description de leur aménagement;
 - Le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée;
 - Les niveaux de vulnérabilité des aires de protection;
 - ▶ Les renseignements du précédent alinéa sont à caractères publics. Les ajouter sur le site internet de la municipalité si une telle publication est possible;
 - ▶ Transmettre au ministre, tous les cinq ans, la mise à jour de la présente étude de vulnérabilité.



Disposition en milieu agricole et en cas de contamination en nitrates-nitrites (RPEP)

Les contraintes à l'intérieur des aires de protection intermédiaire sont fixées en fonction de la vulnérabilité intrinsèque de l'eau souterraine et en cas de contamination en nitrites-nitrates. Puisque le niveau de vulnérabilité de l'eau souterraine à l'intérieur des aires de protection intermédiaire a été évalué élevé pour les deux secteurs de prélèvement et qu'aucune concentration en nitrites-nitrates supérieure à 5 mg/l n'a été mesurée sur le réseau de distribution, les dispositions particulières en milieu agricole suivantes s'appliquent :

- ▷ Article 58. À moins d'être réalisé à des fins d'entretien domestique ou d'utiliser des boues certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090, l'épandage et le stockage, à même le sol, de boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ou de tout autre système de traitement ou d'accumulation d'eaux usées sanitaires sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire virologique des puits.
- ▷ Article 59. L'aménagement d'une cour d'exercice et le stockage, à même le sol, de déjections animales, de matières fertilisantes azotées, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes non certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique des puits.
- ▷ Article 60. L'aménagement d'une aire de compostage est interdit dans les premiers 100 mètres de l'aire de protection intermédiaire bactériologique des puits.
- ▷ Article 61. L'aménagement d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux est interdit dans les premiers 100 mètres de l'aire de protection intermédiaire bactériologique des puits. Une pisciculture n'est pas visée par le présent article.
- ▷ Article 62. L'installation d'une aire de compostage, d'un ouvrage de stockage de déjections animales ou d'un bâtiment d'élevage d'animaux à l'extérieur des premiers 100 mètres de l'aire de protection bactériologique doit être conçue de manière à assurer son étanchéité et son aménagement doit être effectué sous la supervision d'un professionnel. Au surplus, une aire de compostage ou un ouvrage de stockage de déjections animales aménagé dans une telle aire doit faire l'objet d'une évaluation de son étanchéité par un professionnel tous les 10 ans.
- ▷ Article 63. Le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes non certifiées conformes aux normes CAN/BNQ 0413-200, CAN/BNQ 0413-400 ou BNQ 419-090 sont interdits dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique des puits, sauf lorsqu'effectués à des fins d'entretien domestique.

Code de gestion des pesticides

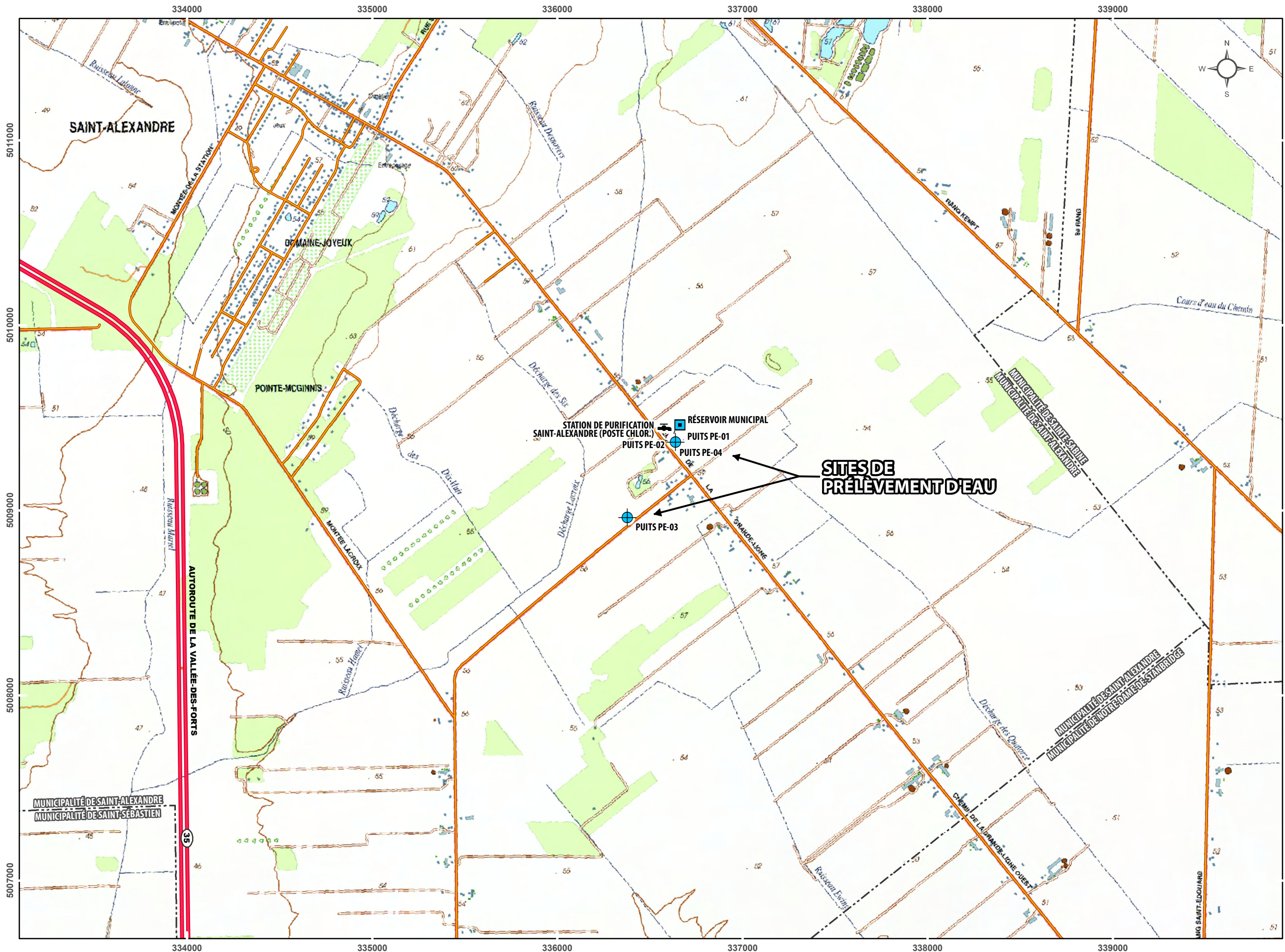
- ▷ Article 15. L'entreposage d'un pesticide de classes 1, 2 ou 3 est interdit à moins de 100 m des sites de prélèvements, sauf si l'exploitant du site d'entreposage détient un certificat de conformité délivré par la CropLife Canada avant le 3 avril 2003.
- ▷ Article 35. La préparation de pesticide est interdite à moins de 100 m des sites de prélèvements, sauf pour l'exploitant d'un lieu d'entreposage qui est titulaire d'un certificat de conformité délivré par la CropLife Canada avant le 3 avril 2003.
- ▷ Article 50. L'application des pesticides est interdite à moins de 100 mètres des sites de prélèvements.

Le 26 juillet 2024



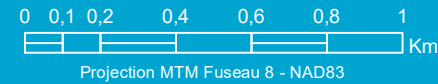
Annexe 1

Figures



- Puits municipal
- Installation de production d'eau potable
- Réservoir municipal
- Limite municipale

Note: La position et les dimensions des éléments illustrés sur ce plan sont relatives et ne doivent pas être utilisées aux fins de calculs.

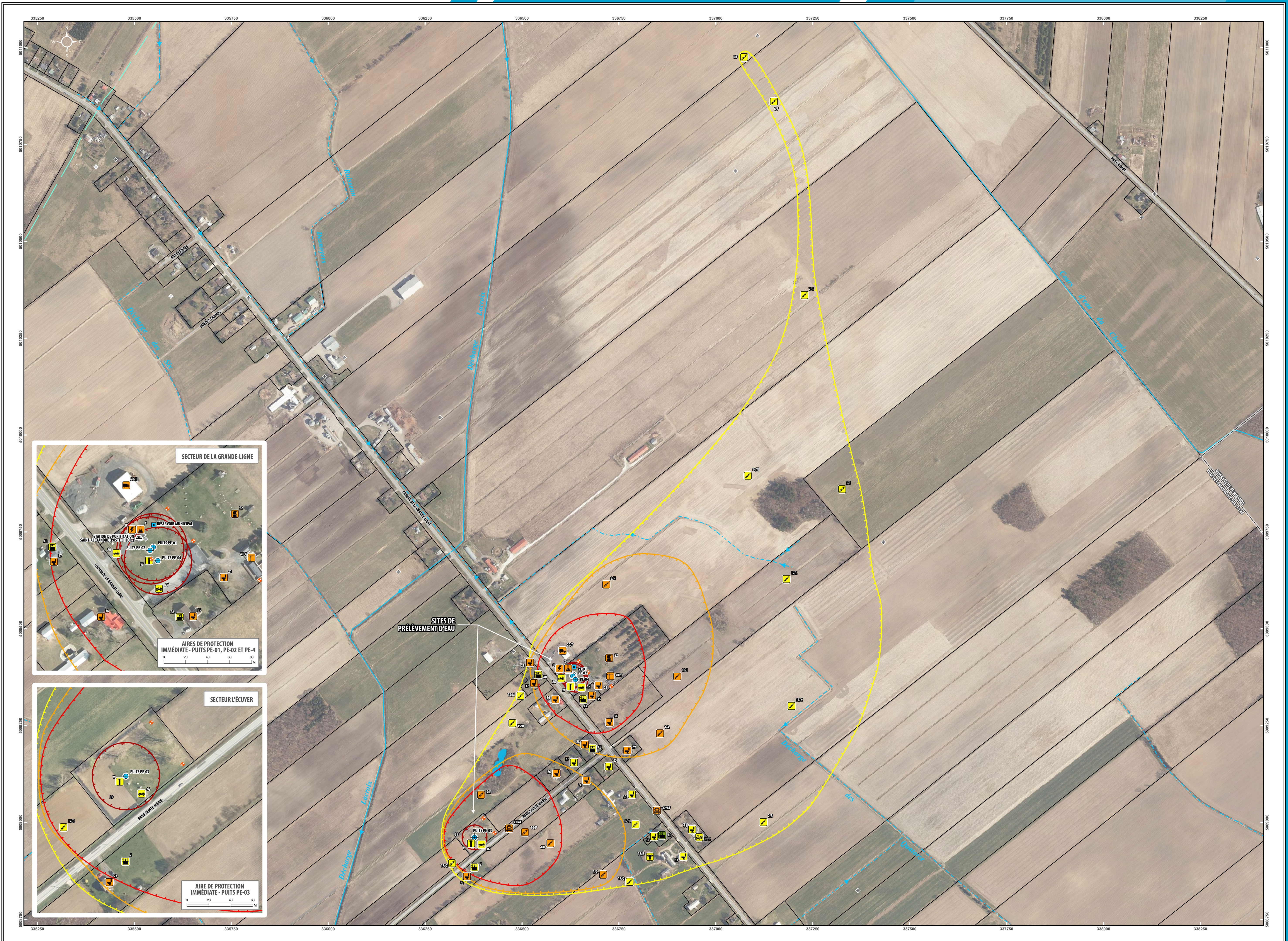


CLIENT / MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

PROJET / ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA SOURCE POUR LES PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE X0010616-1, X0010616-2 ET X0010616-3

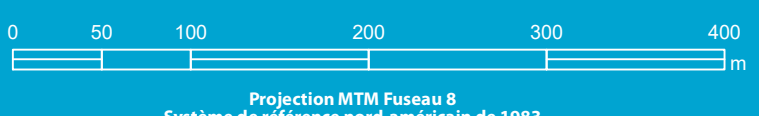
TITRE / FIGURE 1
PLAN DE LOCALISATION

DOSSIER N° / 24217-101	ÉCHELLE / 1:20 000	DATE / 2024-07-04
VÉRIFIÉ PAR / J.GADOMSKI	DESSINÉ PAR / D.PLANTE	APPROUVÉ PAR / O.GAUTHIER
FORMAT / 17X11	RÉFÉRENCES / 31H03-200-202	FICHER / 24217-101-1.mxd



- INFRASTRUCTURE**
 - Puits municipal
 - Installation de production d'eau potable
 - Réservoir de surplus
 - Piezomètre
 - Puits de la base de données du SIH
 - Réseau gazier
 - LIMITE ADMINISTRATIVE**
 - Limite municipale
 - Unité d'évaluation
 - HYDROGRAPHIE**
 - Cours d'eau intermittent
 - Cours d'eau permanent
 - Rivière, lac et étang
 - AIRES DE PROTECTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU**
 - Aire de protection immédiate
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique
 - Aire de protection intermédiaire virologique
 - Aire de protection éloignée
 - CATÉGORIE DE MENACE**
 - AGRICOLE**
 - Culture
 - Élevage
 - COMMERCIALE ET MANUFACTURIÈRE**
 - Entreposage de véhicules lourds
 - GESTION MUNICIPALE DE L'EAU POTABLE**
 - Génératrice
 - Puits d'observation
 - Traitement de l'eau
 - RÉCRÉATIF**
 - Loisir - Installation septique
 - RÉSIDENTIELLE**
 - Résidentiel - Installation septique
 - SERVICE PUBLIC ET INFRASTRUCTURE**
 - Infrastructure diverse
 - Terrain municipal ou récréatif
 - OUVRAGE DE CAPTAGE PRIVÉ**
 - Puits privés
 - TERRAIN CONTAMINÉ**
 - Contamination de l'environnement
 - TRANSPORT**
 - Route principale
 - Chemin divers
 - Stockage divers
 - ÉVALUATION DU POTENTIEL DE RISQUE**
 - Très faible
 - Faible
 - Moyen
 - Élevé
 - Très élevé
- Les pictogrammes présentés sur cette carte correspondent aux codes de l'inventaire des menaces (annexe 4). Un index de correspondance est disponible à l'annexe 1.

La position et les dimensions des éléments illustrés sur ce plan sont relatives et ne doivent pas être utilisées aux fins de calculs.



Projection MTM Fuseau 8
Système de référence nord-américain de 1983
Cette carte ne peut être reproduite, en totalité ou en partie, sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - graphique, mécanique ou électronique - sans l'autorisation d'AKIFER © AKIFER.ca

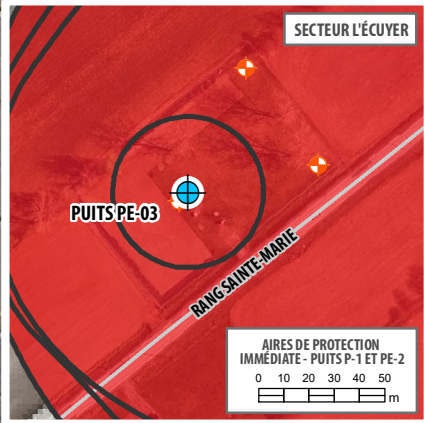
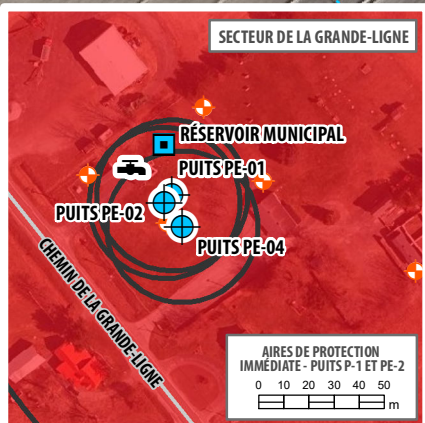
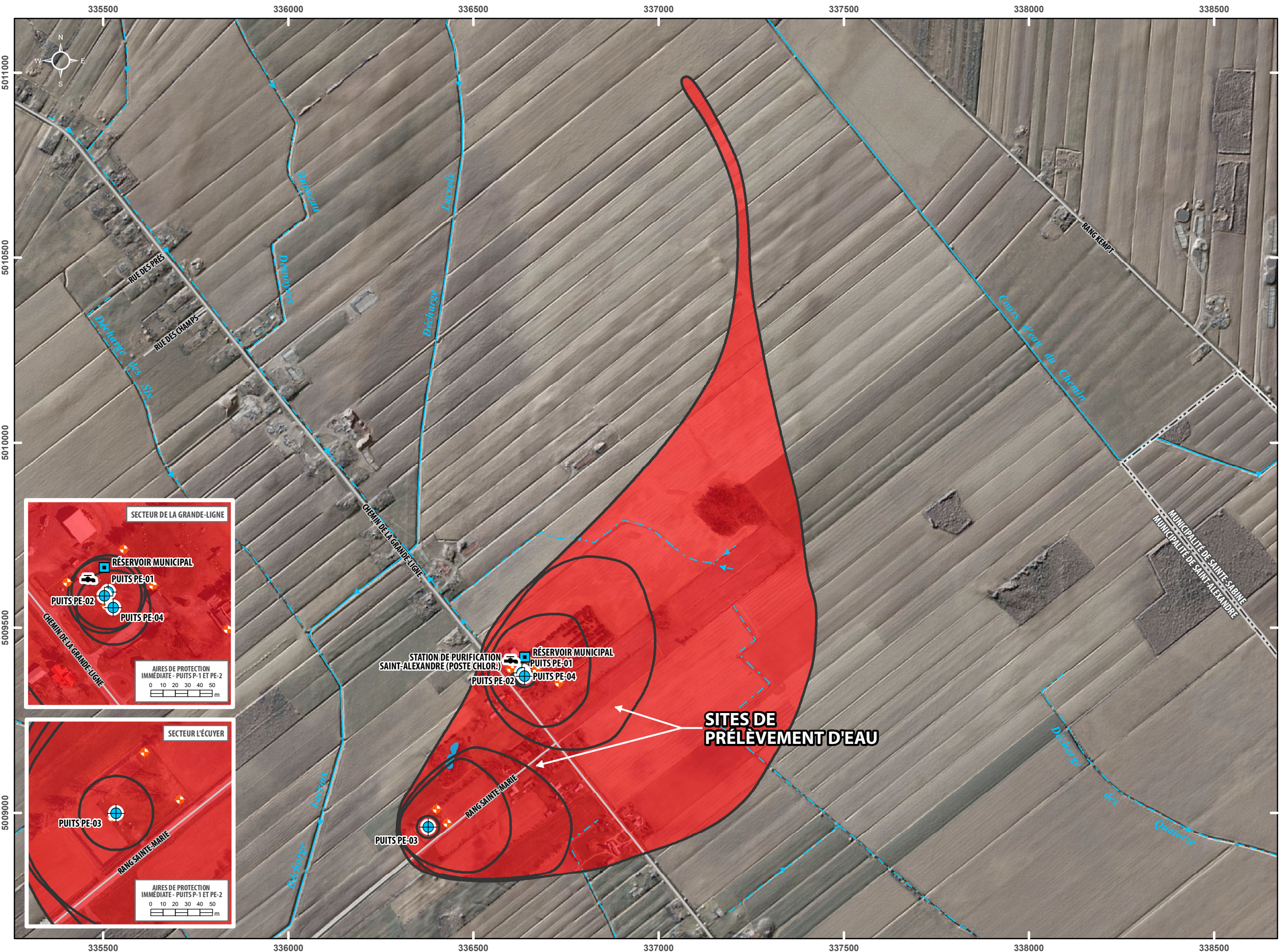
CLIENT / **MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE**

PROJET / **ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA SOURCE POUR LES PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE X0010616-1, X0010616-2 ET X0010616-3**

TITRE / **FIGURE 2 AIRES DE PROTECTION ET INVENTAIRES**

DOSSIER N° / 24217-101	ÉCHELLE / 1:4 250	DATE / 2024-07-05
VÉRIFIÉ PAR / J.GADOMSKI	DESSINÉ PAR / D.PLANTE	APPROUVÉ PAR / O.GAUTHIER
FORMAT / 36X24	RÉFÉRENCES / IMAGERIE INVENTAIRE ÉCOFORESTIER, 2020	PICHIER / 24217-101-2.mxd

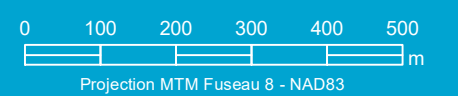




- Puits municipal
- Installation de production d'eau potable
- Réservoir municipal
- Aires de protection

INDICE DRASTIC	NIVEAU DE VULNÉRABILITÉ
23 - 40	FAIBLE
40,1 - 60	
60,1 - 80	
80,1 - 100	MOYEN
100,1 - 120	
120,1 - 140	
140,1 - 160	ÉLEVÉ
160,1 - 180	
180,1 - 200	
200,1 - 220	
220,1 - 226	

Note: La position et les dimensions des éléments illustrés sur ce plan sont relatives et ne doivent pas être utilisées aux fins de calculs.







CLIENT / **MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE**





PROJET / ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA SOURCE POUR LES PRÉLEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE X0010616-1, X0010616-2 ET X0010616-3

TITRE / **FIGURE 3
DISTRIBUTION SPATIALE DE L'INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC**

DOSSIER N° / 24217-101	ÉCHELLE / 1:10 000	DATE / 2024-07-08
VÉRIFIÉ PAR / J.GADOMSKI	DESSINÉ PAR / D.PLANTE	APPROUVÉ PAR / O.GAUTHIER
FORMAT / 17X11	RÉFÉRENCES(S) / DONNÉES LIDAR (MFFP)	FICHIER / 24217-101-3.mxd

-  Puits municipal
-  Installation de production d'eau potable
-  Réservoir municipal
-  Limite municipale

AIRES DE PROTECTION

-  Aire de protection immédiate
-  Aire de protection bactériologique
-  Aire de protection virologique
-  Aire de protection éloignée

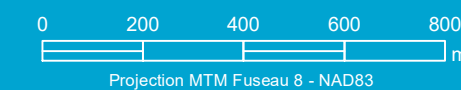
ZONAGE MUNICIPAL

-  A-6 Usage permis

AFFECTATION DU TERRITOIRE

-  Agricole
-  Résidentielle
-  Urbaine

Note: La position et les dimensions des éléments illustrés sur ce plan sont relatives et ne doivent pas être utilisées aux fins de calculs.



CLIENT / **MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE**

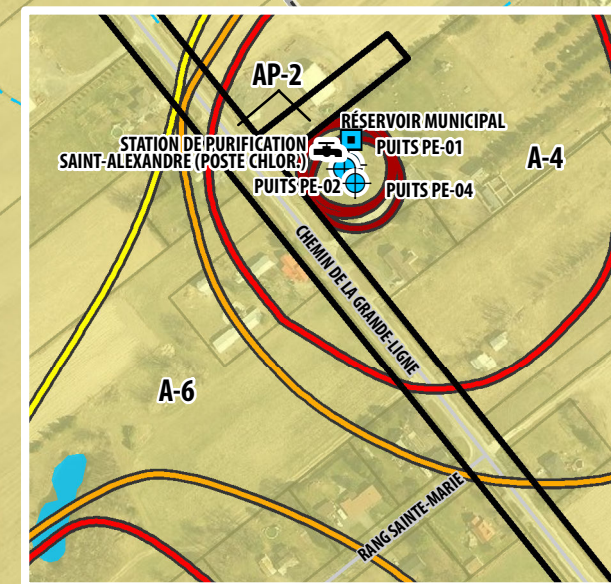
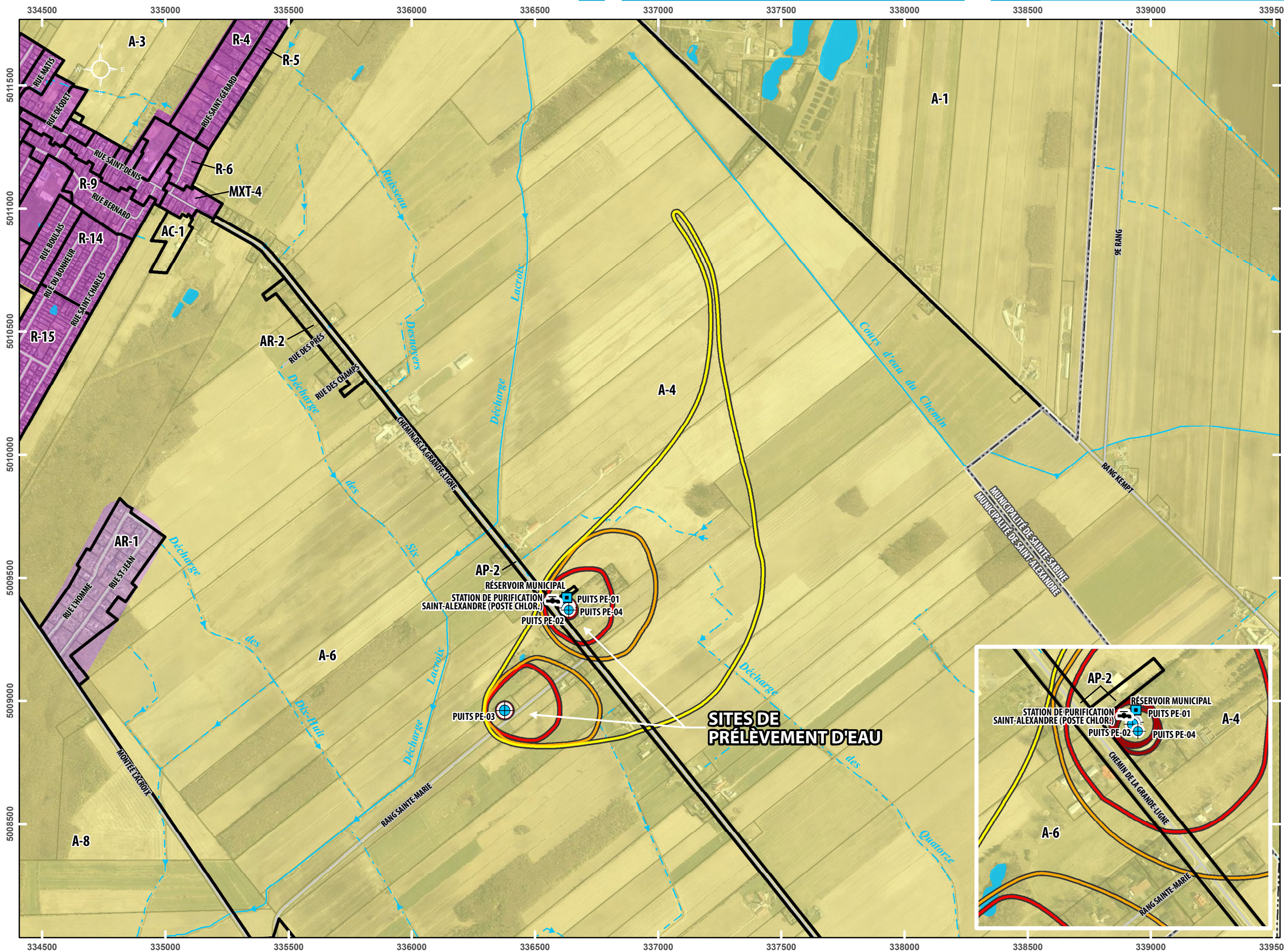
PROJET / ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA SOURCE POUR LES PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE X0010616-1, X0010616-2 ET X0010616-3

TITRE / **FIGURE 4
AIRES DE PROTECTION, ZONAGE MUNICIPAL ET AFFECTATIONS DU TERRITOIRE**

DOSSIER N° / 24217-101 | ÉCHELLE / 1:15 000 | DATE / 2024-07-08

VÉRIFIÉ PAR / J.GADOMSKI | DESSINÉ PAR / D.PLANTE | APPROUVÉ PAR / O.GAUTHIER

FORMAT / 17X11 | RÉFÉRENCES / GRANDES AFFECTATIONS - PPAT | FICHER / 24217-101-4.mxd





Annexe 2

Portée et limitations



PORTÉE ET LIMITATIONS

CONTEXTE

Le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (PREP), adopté en juillet 2014, oblige le responsable d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 à produire et à transmettre au ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) un rapport signé par un professionnel présentant les résultats de l'analyse de la vulnérabilité de sa source. Ce rapport doit être réalisé conformément au Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable du Québec. Ce guide permet notamment de préciser les livrables attendus et de faciliter le partage et l'utilisation des résultats obtenus à l'issue de la démarche.

LA PORTÉE DES RÉSULTATS ET LEUR UTILISATION

Conditions et conformité des lieux

Les descriptions des lieux, des activités et des installations incluses dans le rapport sont présentées avec la seule intention de fournir une information générale sur leur état et ne peuvent être utilisées à aucune autre fin. Les informations contenues dans le rapport proviennent des données obtenues à la suite de la consultation de la documentation existante, des demandes d'informations de différentes instances publiques, entrevues avec des représentants référés par le client, lesquelles sont bonifiées par les observations recueillies par le personnel d'Akifer sur les lieux. Celles-ci sont valides seulement pour la période à laquelle la visite a été effectuée, et ce, pour le site à l'étude seulement. Akifer tient pour acquis que les informations recueillies et fournies sont valides et n'accepte aucune responsabilité pour toute information fournie qui serait incomplète ou qui a été omise.

Changement des conditions

Advenant que les conditions des lieux, à un moment donné et à la suite de l'obtention de renseignements inconnus jusqu'alors, différent de façon significative de celles indiquées dans le rapport, le client doit prévenir Akifer afin de permettre la mise à jour du contenu du rapport s'il y a lieu.

Akifer ne peut également être tenue responsable de dommages, passés, actuels ou futurs, causés par de l'information erronée ou incomplète qui lui aurait été transmise.

Utilisation des rapports

Ce rapport a été préparé pour l'usage exclusif du client, dans le cadre des spécifications du mandat octroyé par celui-ci. Tout usage qu'une tierce partie fait de ce rapport est son entière responsabilité. Toutes les informations, les données, les résultats, les interprétations et les recommandations présentés dans un rapport ne se rapportent qu'à un projet spécifique tel que décrit dans ce même rapport et ne s'appliquent à aucun autre projet ni autre terrain, même adjacent. Ils sont de plus essentiellement basés sur les observations et les données recueillies, ainsi que sur les documents consultés afin de mener à terme le mandat accordé.

À moins d'avis contraire, l'interprétation des données, les commentaires, les recommandations et les conclusions contenus dans le rapport sont basés sur l'interprétation du personnel d'Akifer des normes gouvernementales en vigueur et applicables spécifiquement au projet. Si celles-ci sont modifiées ou différent de celles présumées, Akifer devrait être consultée afin de réviser, s'il y a lieu, le contenu interprétatif du rapport.

Lorsqu'aucune norme n'est disponible pour permettre l'interprétation des données, les commentaires, recommandations et conclusions exprimés dans le rapport sont basés, au mieux de la connaissance du personnel d'Akifer, sur les règles et pratiques acceptées dans les champs de compétence concernés.

Cependant, toute opinion concernant la conformité aux lois et règlements qui serait exprimée dans le texte du rapport est purement technique; elle n'est pas et ne doit, en aucun temps, être considérée comme un avis juridique.



Annexe 3

Certificat d'autorisation

Québec, le 13 juillet 2012

AUTORISATION
Règlement sur le captage des eaux souterraines
(Décret n° 696-2002 du 12 juin 2002, article 31)

Municipalité de Saint-Alexandre
453, rue Saint-Denis
Saint-Alexandre (Québec) J3L 4C3

N/Réf. : 7318-16-01-5605501
400942272

Objet : **Augmentation de l'exploitation des installations de captage d'eau souterraine**

Mesdames,
Messieurs,

À la suite de votre demande d'autorisation datée du 12 janvier 2012, reçue le 20 janvier 2012 et complétée le 6 juillet 2012, j'autorise, conformément à l'article 31 du *Règlement sur le captage des eaux souterraines* (édicte par le décret n° 696-2002 du 12 juin 2002), la titulaire ci-dessus mentionnée, à réaliser et à exploiter le projet décrit ci-dessous :

Augmentation du prélèvement aux installations de captage d'eau souterraine PE-01, PE-02 et PE-03, destinées à la consommation humaine. Les puits sont localisés sur les lots 4 390 508 et 4 390 518 du cadastre du Québec, municipalité de Saint-Alexandre, municipalité régionale de comté du Haut-Richelieu.

Les documents suivants font partie intégrante de la présente autorisation :

- Rapport intitulé « Modification de la capacité de pompage des puits artésiens, Dossier : 450-PO41-7, Janvier 2012, Municipalité de Saint-Alexandre », préparé par Rousseau-Gautrin inc., daté de janvier 2012, signé par Bernard Rousseau, ing.;
- Lettre au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs datée et reçue le 6 février 2012, signée par Bernard Rousseau, ing., concernant l'addenda n° 1 et les documents joints;
- Lettre au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs datée du 21 février 2012, signée par Michèle Bertrand et reçue le 24 février 2012, concernant la transmission des deux rapports de Golder Associés daté du 30 novembre 2011;

Le 13 juillet 2012

- Document intitulé « Addenda n°2, Augmentation de la capacité des pompes, Municipalité de St-Alexandre » au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs daté du 20 mars 2012 et reçu le 27 mars 2012, signé par Bernard Rousseau, ing., concernant les réponses aux demandes d'informations supplémentaires, les plans et les engagements de la municipalité;
- Document intitulé « Addenda n°3 » au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs daté du 15 mai, signé par Bernard Rousseau, ing., concernant les réponses aux demandes d'informations supplémentaires;
- Document intitulé « Addenda n°4 » au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs daté du 13 juin 2012 et reçu le 21 juin 2012, signé par Bernard Rousseau, ing., concernant les réponses aux demandes d'informations supplémentaires, des engagements ainsi que deux addendas, un pour le rapport « Aires de protection et indice de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine exploitée par les trois puits de captage de la municipalité de Saint-Alexandre, Québec » et l'autre pour le rapport « Étude hydrogéologique et essai de pompage des puits de captage de la municipalité de Saint-Alexandre, Québec »;
- Plan #Dossier 450-P041-6-01, révision 0, daté du 5 juillet 2012, préparé par Rousseau-Gautrin inc., signé et scellé par Charles Rousseau, ing.;
- Plan #Dossier 450-P041-6-00, révision 2, daté du 6 juillet 2012, préparé par Rousseau-Gautrin inc., signé et scellé par Charles Rousseau, ing.

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

À moins d'indication contraire dans les conditions décrites ci-après, le projet devra être réalisé et exploité conformément à ces documents.

La titulaire de la présente autorisation devra respecter les conditions suivantes :

1. Respecter un prélèvement maximal journalier individuel de :
 - 375 m³/j au puits PE-01, sous respect des conditions 2 et 3;
 - 161 m³/j au puits PE-02, sous respect des conditions 2 et 3;
 - 418 m³/j au puits PE-03;
2. Respecter un prélèvement maximal journalier combiné pour PE-01 et PE-02 de 536 m³/j sous respect de la condition 3;
3. En cas de besoin temporaire pour permettre des réparations au système de traitement, le nettoyage des puits ou un changement de pompe au puits PE-01 ou au puits PE-02, il sera possible de prélever

Le 13 juillet 2012

le volume maximal combiné (536 m³/j) sur un seul des deux puits précités pour une période maximale de 5 jours;

4. Effectuer un suivi dès la délivrance de cette autorisation, et ce, pendant toute la durée de vie des ouvrages de captage de la municipalité:

- Noter les débits journaliers sur chacun des puits d'exploitation PE-01, PE-02 et PE-03;

- Noter le niveau d'eau aux 6 mois des puits d'exploitation et à chaque mois aux puits d'observation de la municipalité;

Ces données brutes et leur compilation sous forme graphique seront gardées dans un registre par la municipalité, mais doivent demeurer disponibles sur demande du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs;

5. Effectuer l'entretien et la calibration des équipements de mesure des prélèvements (compteur ou autre) tel que prescrit par le fournisseur.

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

Pour le ministre,

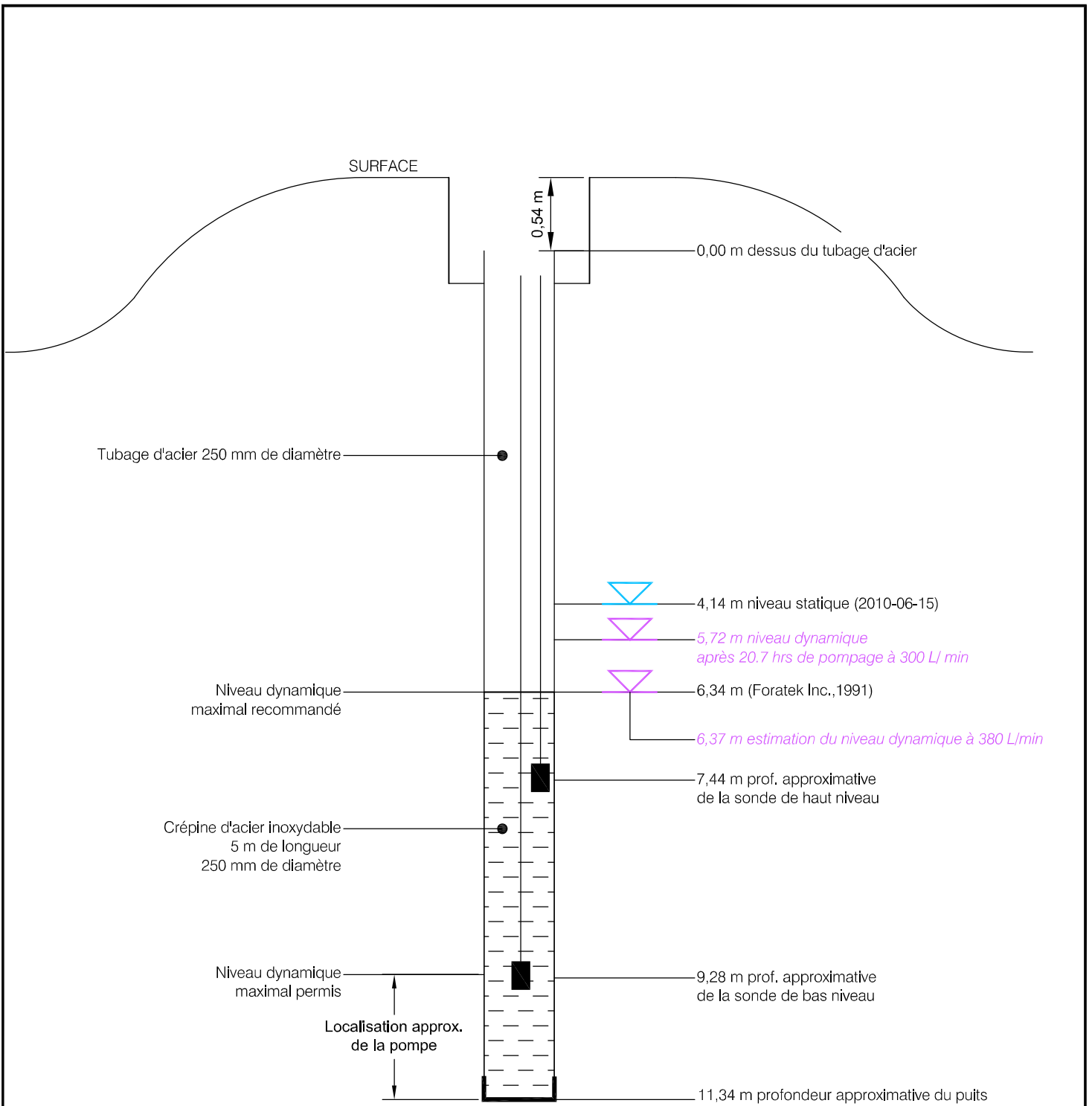


Diane Jean, sous-ministre



Annexe 4

Schéma de construction

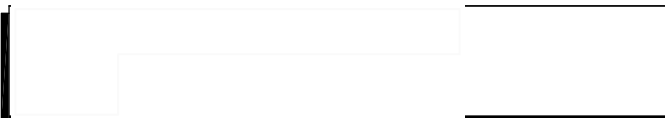


CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	-
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042

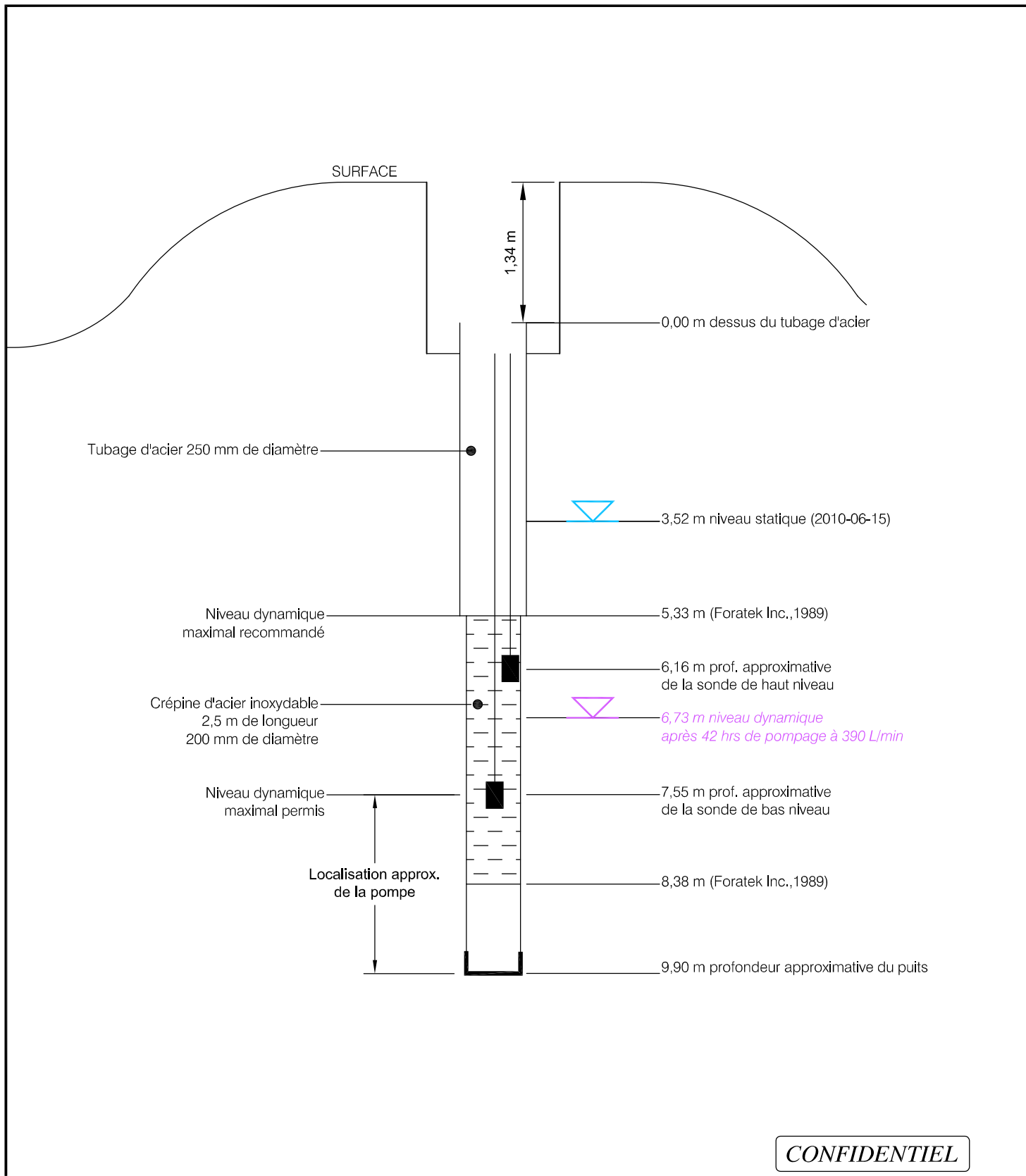
MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-01

FIGURE
A-1



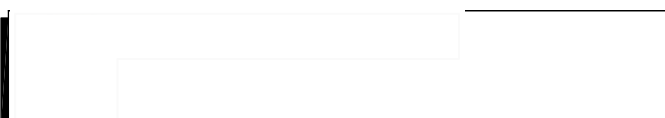
CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	1 : 1 500
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042



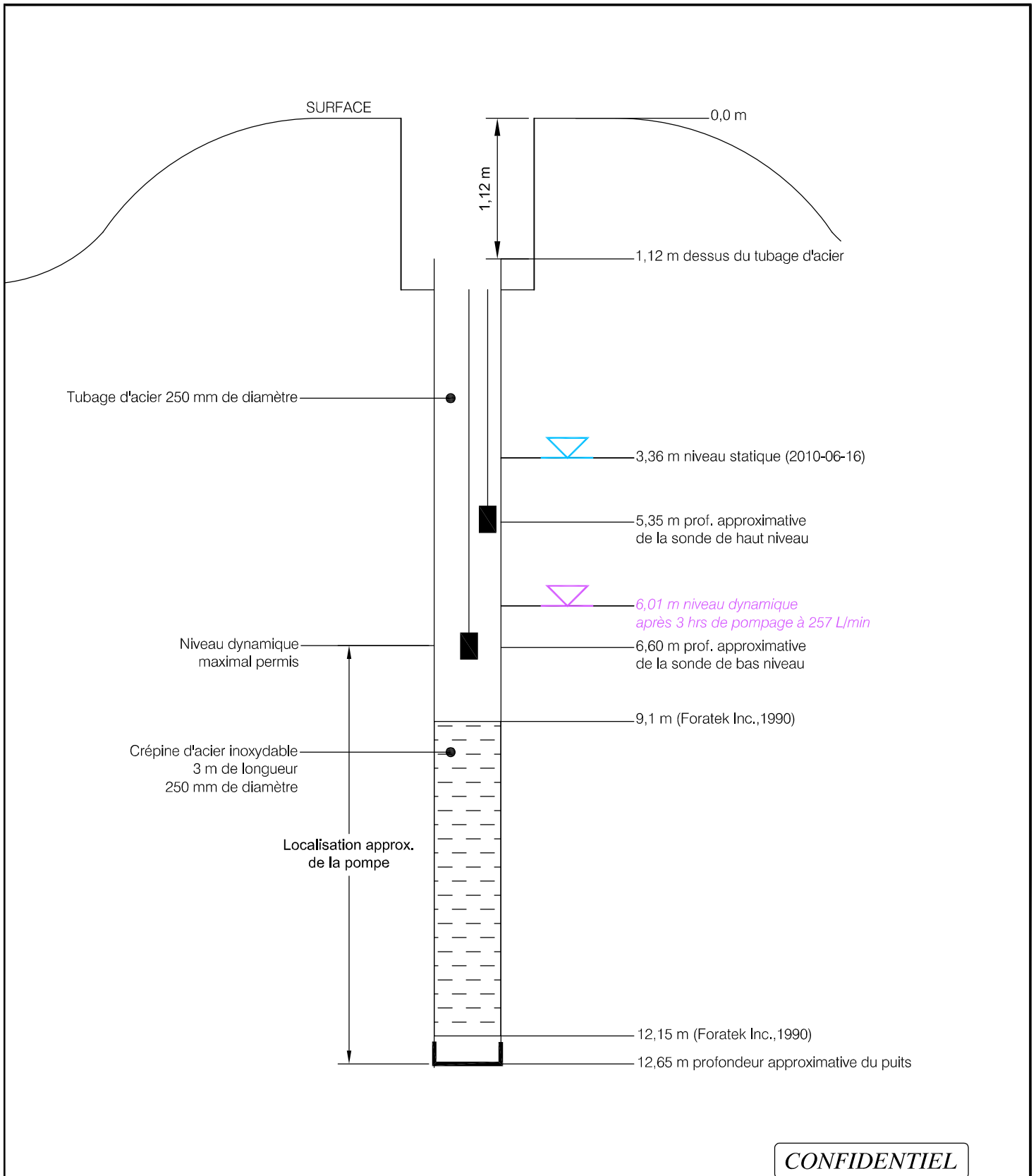
MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-02

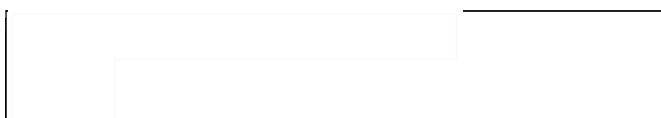
FIGURE
A-3



CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	1 : 1 500
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042


MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE
 ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
 GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-03

FIGURE
A-5



Annexe 5

Rapport photographique



1. Accès aux puits du secteur de la Grande-Ligne et à l'installation de production – 2024-05-02



2. Vue des trois puits du secteur de la Grande-Ligne – 2024-05-02



3. Vue du regard donnant accès au puits PE-01 – 2024-05-02



4. Vue du regard donnant accès au puits PE-02 – 2024-05-02



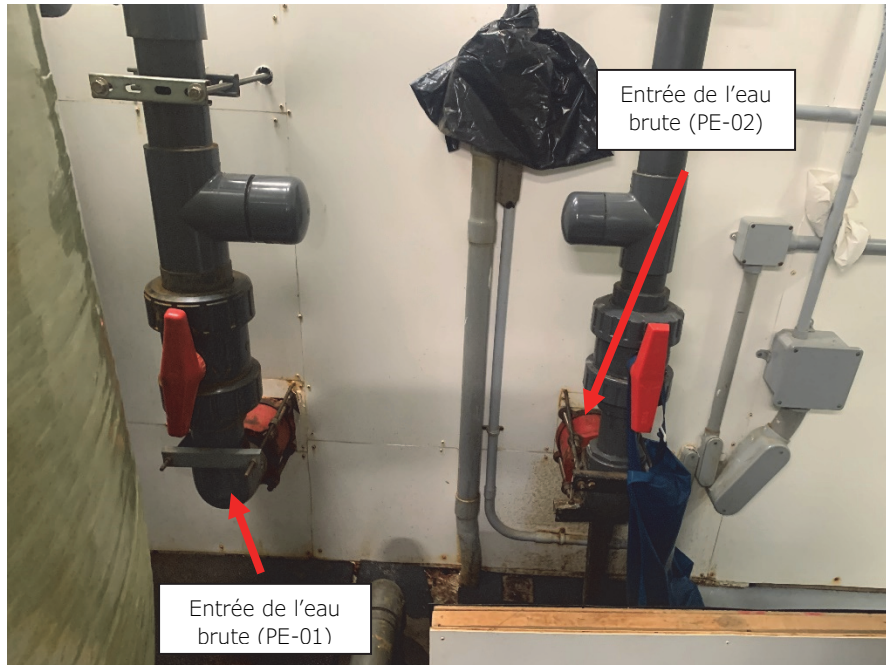
5. Vue du puits STA-21 (futur PE-04) – 2024-05-02



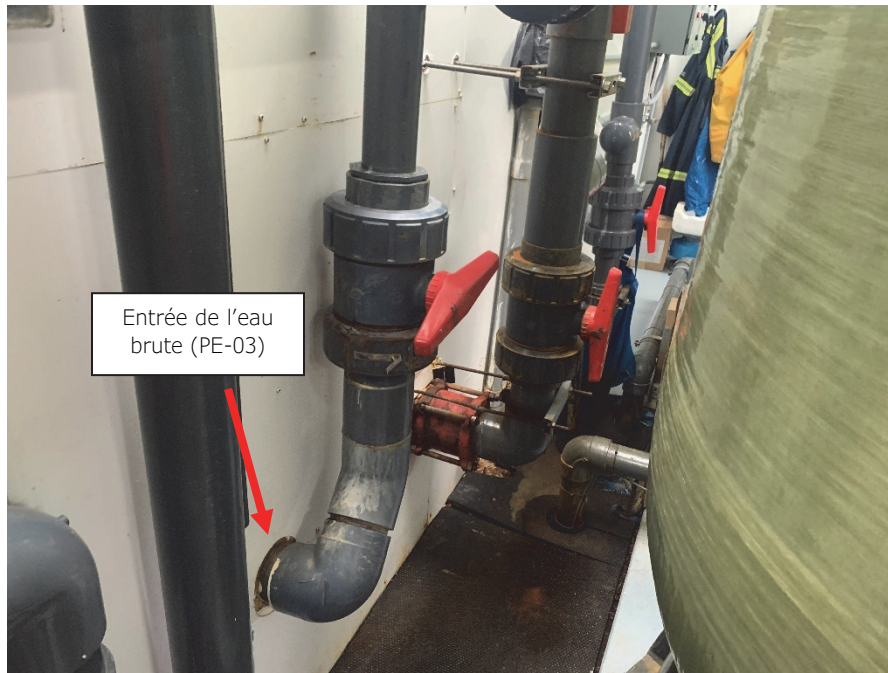
6. Vue de la station de production – 2024-05-02



7. Vue intérieure de la station de production – 2024-05-02



8. Vue de la canalisation d'entrée d'eau en provenance des puits PE-01 et PE-02 – 2024-05-02



9. Vue de la canalisation d'entrée d'eau en provenance du puits PE-03 – 2024-05-02



10. Vue des compteurs d'eau des puits PE-01 et PE-02, ainsi que des points d'injection du permanganate de potassium – 2024-05-02



11. Vue du compteur d'eau du puits PE-03, ainsi que des points d'injection du permanganate de potassium et de l'hypochlorite de sodium – 2024-05-02



12. Vue de l'injection de chlore, avant l'entrée au réservoir – 2024-05-02



13. Vue du compteur et de la conduite de distribution – 2024-05-02



14. Vue de la station de chloration – 2024-05-02



15. Vue de la station de permanganate de potassium- 2024-05-02



16. Vue du bâtiment logeant la génératrice et les produits de traitement – 2024-05-02



17. Vue de la génératrice d'urgence- 2024-05-02



18. Puits d'observation du secteur de la Grande-Ligne (photo 1 de 4) - 2024-05-02



19. Puits d'observation du secteur de la Grande-Ligne (photo 2 de 4) – 2024-05-02



20. Puits d'observation du secteur de la Grande-Ligne (photo 3 de 4) – 2024-05-02



21. Puits d'observation du secteur de la Grande-Ligne (photo 4 de 4) – 2024-05-02



22. Accès aux puits du secteur l'Écuyer – 2024-05-02



23. Vue du regard donnant accès au puits PE-03 – 2024-05-02



24. Puits d'observation du secteur l'Écuyer (photo 1 de 3) – 2024-05-02



25. Puits d'observation du secteur l'Écuyer (photo 2 de 3) – 2024-05-02



26. Puits d'observation du secteur l'Écuyer (photo 3 de 3) – 2024-05-02



Annexe 6

Indices DRASTIC

MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE
PROJET N° : 221-03445-00
(RÉFÉRENCE GOLDER N° : CA-GLD-19124272)

DÉTERMINATION DES AIRES DE PROTECTION ET DES INDICES DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC

MAI 2023





DÉTERMINATION DES AIRES DE PROTECTION ET DES INDICES DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC

MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

PROJET N° : 221-03445-00
DATE : MAI 2023

WSP CANADA INC.
1135, BOULEVARD LEBOURGNEUF
QUÉBEC (QUÉBEC) G2K 0M5
CANADA

TÉLÉPHONE : +1 418 623-2254
TÉLÉCOPIEUR : +1 418 624-1857
WSP.COM

SIGNATURES

PRÉPARÉ PAR



Catherine Domingue, ing. M. Sc.
(OIQ n° 5055084)

RÉVISÉ PAR

Marc Étienne, ing. M. Sc.
(OIQ n° 121067)

CLIENT

MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

Directeur général et greffier-trésorier

Marc-Antoine Lefebvre, M. Sc. et DMA

ÉQUIPE DE RÉALISATION

WSP CANADA INC. (WSP)

Chargé de projet

Marc Étienne, ing., M. Sc.

Modélisation numérique et rédaction

Catherine Domingue, ing., M. Sc.

Réalisation des cartes et fichiers cartographiques

Jean-Marc Tremblay

Traitement de texte et édition

Linette Poulin

Référence à citer :

WSP. 2023. *DÉTERMINATION DES AIRES DE PROTECTION ET DES INDICES DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC*. RAPPORT PRODUIT POUR LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE. 84 PAGES ET ANNEXES.

SOMMAIRE

Dans le cadre de l'analyse de vulnérabilité pour le prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Saint-Alexandre (la Municipalité), WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée afin de réaliser l'étude hydrogéologique pour réviser la délimitation des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC. Bien que des aires de protection aient été délimitées en 2011 pour les puits de prélèvement qui étaient en place (PE-01, PE-02 et PE-03), les recommandations du Guide de délimitation des aires de protection du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (MELCC, 2019a) a amené des précisions et des modifications sur les méthodologies de détermination des aires de protection en fonction des caractéristiques du site de prélèvement. Les objectifs de cette étude étaient de réviser et d'effectuer une synthèse de l'information disponible, d'établir les enjeux de protection et l'approche de délimitation des aires de protection, de réviser la délimitation de ces aires et d'évaluer leur indice DRASTIC et leur indice de vulnérabilité en tenant compte de l'incertitude associée aux données utilisées. La Municipalité compte deux puits de pompage principaux et un puits d'appoint. Les deux puits principaux (PE-01 et PE-02) sont aménagés dans une unité de gravier et de sable, dans le secteur Grande-Ligne, au sud de la Municipalité. Le puits d'appoint (PE-03) est aménagé dans une unité de till et de roc fracturé, dans le secteur l'Écuyer, au sud de la Municipalité. La dernière mise à jour de la délimitation des aires de protection par des méthodes analytiques remonte à 2011 (Golder, 2011), avant l'entrée en vigueur du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection en 2014 (dernière mise à jour : Gouvernement du Québec, 2022) et avant l'édition des guides publiés par le MELCCFP :

- Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable dont la première édition a été publiée en 2015 et la troisième et dernière en 2018 (MELCC, 2018);
- Guide technique : Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC publié en 2019 (MELCC, 2019a).

Les enjeux de protection relevés comptent les installations de prélèvement qui sont aménagées dans le même aquifère ainsi que la présence, en amont, du site de prélèvement, de fosses septiques, d'un champ de tir et d'activités agricoles encadrées par la réglementation visant la protection du prélèvement.

L'importance de ces enjeux nécessite que la délimitation des aires soit précise sans être trop conservatrice, afin d'éviter une surprotection. Une revue du système hydrogéologique a permis de déterminer le degré de complexité du système aquifère en fonction des paramètres énoncés dans le Guide de détermination des aires de protection (MELCC, 2019a). Ainsi, l'incertitude sur l'épaisseur constante de l'aquifère à l'échelle des aires de protection, la présence de puits résidentiels d'alimentation en eau à proximité, l'état non confiné de l'aquifère et l'incertitude sur la direction d'écoulement permettent de conclure que l'aquifère est considéré complexe, comme suggéré dans le Guide de détermination des aires de protection (MELCC, 2019a). Par la complexité du système aquifère et l'importance de certains enjeux, une approche plus précise de délimitation des aires de protection est nécessaire, visant la protection du prélèvement et permettant d'être sécuritaire pour les activités encadrées à proximité du site de prélèvement. Pour y parvenir, la détermination des aires de protection par la modélisation hydrogéologique a été priorisée.

Un modèle hydrogéologique 3D couvrant une portion du bassin versant de la rivière Richelieu, une portion du bassin de la baie Missisquoi et une portion du bassin versant de la rivière Yamaska a été construit avec le simulateur numérique d'éléments finis « FEFLOW ».

Le modèle a été calibré à partir des élévations piézométriques relevées lors d'une visite de terrain effectuée le 13 mai 2019 par Golder (maintenant WSP). Les résultats ont permis, à partir de l'approche de traçage de particules, de déterminer la géométrie et la localisation des aires de protection intermédiaires et de l'aire de protection éloignée. Pour chacune de ces aires ainsi que pour l'aire de protection immédiate, l'indice de vulnérabilité DRASTIC (MELCC, 2019a) a été déterminé. L'aire de protection immédiate présente un niveau de vulnérabilité élevé (DRASTIC = 180) alors que pour toutes les autres aires de protection, le niveau de vulnérabilité a aussi été établi comme élevé (indice DRASTIC = 185). Des recommandations ont été effectuées quant aux usages à l'intérieur de ces aires.

Le modèle hydrogéologique représente une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Les incertitudes relevées dans le cadre de cette étude et leurs conséquences potentielles sur la délimitation des aires de protection et la détermination de leur indice de vulnérabilité doivent être prises en compte dans les processus décisionnels quant à l'élaboration de plans d'aménagements et de politiques d'utilisation de ces zones. Des modifications au régime de précipitations ou un débit de pompage supérieur à l'autorisation de prélèvement pourraient avoir un impact significatif sur la délimitation des aires de protection. La délimitation des aires de protection proposée dans ce rapport a été réalisée en fonction des informations fournies par la Municipalité au moment de la rédaction de cette étude. Des changements significatifs quant à l'aménagement, l'occupation et l'utilisation du territoire en amont de la zone de prélèvement pourraient nécessiter une nouvelle révision de la délimitation des aires de protection présentée dans ce rapport.

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	MISE EN CONTEXTE	1
1.2	OBJECTIFS	1
2	DESCRIPTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT	3
2.1	CARACTÉRISTIQUES DU SITE	3
2.2	HISTORIQUE DE POMPAGE.....	6
2.3	DÉLIMITATIONS ANTÉRIEURES DES AIRES DE PROTECTION	6
3	REVUE DES DONNÉES DISPONIBLES	7
3.1	DONNÉES FOURNIES PAR LA MUNICIPALITÉ.....	7
3.2	RESSOURCES GOUVERNEMENTALES	7
3.3	AUTRES RESSOURCES	7
4	ENJEUX DE PROTECTION.....	9
4.1	LES ENJEUX DE PROTECTION	9
4.2	ÉVALUATION QUALITATIVE DE L'AMPLEUR DES ENJEUX DE PROTECTION	10
5	SYSTÈME HYDROGÉOLOGIQUE ET MODÈLE CONCEPTUEL	11
5.1	TOPOGRAPHIE.....	11
5.2	HYDROLOGIE ET BILAN HYDRIQUE	11
5.3	UNITÉS HYDROSTRATIGRAPHIQUES.....	12
5.4	PIÉZOMÉTRIE	14
5.5	PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MATÉRIAUX	15
5.6	COMPLEXITÉ DU SYSTÈME AQUIFÈRE.....	17
6	MÉTHODOLOGIE – MODÉLISATION NUMÉRIQUE	19
6.1	ÉTAPES REQUISES	19
6.2	DONNÉES DISPONIBLES	19
6.3	CHOIX DU SIMULATEUR D'ÉCOULEMENT	20
6.4	APPROCHE AVEC UN MILIEU POREUX ÉQUIVALENT	20

7	CONSTRUCTION DU MODÈLE D'ÉCOULEMENT	23
7.1	MODÈLE CONCEPTUEL	23
7.2	ÉTENDUE DU DOMAINE ET CONSTRUCTION DU MAILLAGE	23
7.3	CONDITIONS LIMITES	24
8	CALIBRATION DU MODÈLE D'ÉCOULEMENT	27
8.1	OBJECTIFS DE CALIBRATION	27
8.2	MÉTHODOLOGIE DE CALIBRATION	27
8.3	RÉSULTATS DE LA CALIBRATION	27
8.4	CONDITIONS FINALES DU MODÈLE CALIBRÉ	30
8.5	ÉTUDE DE SENSIBILITÉ DES PARAMÈTRES	31
9	RÉSULTATS DES SIMULATIONS NUMÉRIQUES	33
9.1	AIRES DE PROTECTION	33
9.2	ANALYSE DE SENSIBILITÉ ET LIMITATIONS DE LA DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION	33
10	DÉTERMINATION DE L'INDICE DRASTIC	35
10.1	MÉTHODOLOGIE	35
10.2	RÉSULTATS	35
10.3	RECOMMANDATIONS EN FONCTION DES AIRES ET DE LEUR INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC	37
11	DISCUSSION ET LIMITATIONS	39
11.1	QUALITÉ DES RÉSULTATS	39
11.2	DISCUSSION SUR LA PÉRENNITÉ DES RÉSULTATS FACE AUX CHANGEMENTS DES CONDITIONS DANS LE TEMPS	41
12	CONCLUSION	43
13	RECOMMANDATIONS	45
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

TABLE DES MATIÈRES

TABLEAUX

TABLEAU 1	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT ACTUEL.....	5
TABLEAU 2	VOLUMES MENSUELS PRÉLEVÉS AUX TROIS INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT ET DÉBIT ANNUEL MOYEN POUR L'ANNÉE 2022	6
TABLEAU 3	ÉVALUATION DES PRÉCIPITATIONS EFFICACES DE 2022 (MM/AN), POUR STATION CLIMATOLOGIQUE DE SAINT-HUBERT.....	12
TABLEAU 4	RELEVÉS PIÉZOMÉTRIQUES EFFECTUÉS SUR LE SITE LE 13 MAI 2019.....	14
TABLEAU 5	SYNTHÈSE DES CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES DÉTERMINÉES DANS DES ÉTUDES ANTÉRIEURES POUR LA ZONE AQUIFÈRE DE GRAVIER ET SABLE ET DE ROC FRACTURÉ	15
TABLEAU 6	COMPILATION DES DONNÉES DE POROSITÉS ET DE CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES DES DIFFÉRENTES UNITÉS.....	16
TABLEAU 7	VALEUR TYPIQUE D'EMMAGASINEMENT SPÉCIFIQUE (DOMENICO ET MIFFLIN, 1965).....	17
TABLEAU 8	RÉCAPITULATIF DES DONNÉES EXISTANTES RECUEILLIES ET ACQUISES LORS DES TRAVAUX	19
TABLEAU 9	NOMBRE DE COUCHES DÉFINIES PAR UNITÉ HYDROSTRATIGRAPHIQUE DANS LE MODÈLE NUMÉRIQUE.....	24
TABLEAU 10	CALIBRATION DES CHARGES HYDRAULIQUES	28
TABLEAU 11	STATISTIQUES DE CALIBRATION (CHARGES HYDRAULIQUES)	28
TABLEAU 12	BILAN HYDRIQUE DU MODÈLE CALIBRÉ	29
TABLEAU 13	CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES DES DIFFÉRENTES UNITÉS HYDROSTRATIGRAPHIQUES.....	30
TABLEAU 14	ANALYSE DE SENSIBILITÉ SUR LES CHARGES HYDRAULIQUES	32
TABLEAU 15	ANALYSE DRASTIC AIRE DE PROTECTION IMMÉDIATE.....	36

TABLEAU 16	ANALYSE DRASTIC AIRE DE PROTECTION INTERMÉDIAIRE BACTÉRIOLOGIQUE (200 JOURS)	36
TABLEAU 17	ANALYSE DRASTIC AIRE DE PROTECTION INTERMÉDIAIRE VIROLOGIQUE (550 JOURS).....	36
TABLEAU 18	ANALYSE DRASTIC AIRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE.....	36
TABLEAU 19	PARAMÈTRES D'ENTRÉE UTILISÉS ET CALIBRÉS DANS LE CALCUL DES AIRES DE PROTECTION	39

FIGURES

FIGURE 1	COUPE STRATIGRAPHIQUE ET DISTRIBUTION DES CHARGES HYDRAULIQUES CALIBRÉES	28
FIGURE 2	RÉSULTAT DE LA CALIBRATION DES CHARGES HYDRAULIQUES.....	29

TABLE DES MATIÈRES

CARTES

CARTE 1	LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉCHELLE RÉGIONALE.....	51
CARTE 2	LOCALISATION DU SECTEUR À L'ÉTUDE.....	53
CARTE 3	LOCALISATION DES PUIITS DE POMPAGE ET DE LA STATION DE POMPAGE.....	55
CARTE 4	ENJEUX DE PROTECTION	57
CARTE 5	HYDROGRAPHIE RÉGIONALE DU SECTEUR À L'ÉTUDE.....	59
CARTE 6	CARTE DES DÉPÔTS DE SURFACE	61
CARTE 7	CARTE DE LA GÉOLOGIE DU SOCLE ROCHEUX.....	63
CARTE 8	ÉLÉVATION PIÉZOMÉTRIQUE MESURÉE EN MAI 2019 DANS L'AQUIFÈRE GRANULAIRE.....	65
CARTE 9	DÉLIMITATION DU MODÈLE NUMÉRIQUE ET CONDITIONS LIMITES DE SURFACE	67
CARTE 10	CARTE D'ÉPAISSEUR DES DÉPÔTS MEUBLES	69
CARTE 11	CARTE DE LA PIÉZOMÉTRIE DU MODÈLE CALIBRÉ	71
CARTE 12	CARTE DE LA RECHARGE CALIBRÉE	73
CARTE 13	ZONES BRUTES D'ALIMENTATION EN EAU SOUTERRAINE POUR LES PÉRIODES DE 200 ET 550 JOURS	75
CARTE 14	ZONES BRUTES D'ALIMENTATION EN EAU SOUTERRAINE	77
CARTE 15	DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION IMMÉDIATE ET INTERMÉDIAIRES.....	79
CARTE 16	DÉLIMITATION DE L'AIRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE	81
CARTE 17	CARTE DES INDICES DRASTIC POUR LES AIRES DE PROTECTION ET DES NIVEAUX DE VULNÉRABILITÉ DE L'EAU SOUTERRAINE PRESCRITS PAR LE RPEP.....	83

TABLE DES MATIÈRES

ANNEXES

- 1 LIMITATIONS
- 2 REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE
- 3 SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT DES INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT
- 4 RAPPORTS DE FORAGE – PUIITS DE POMPAGE
- 5 DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION ANTÉRIEURES (GOLDER, 2011)
- 6 TABLEAU SIH
- 7 PLAN D'URBANISME

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN CONTEXTE

Dans le cadre de l'analyse de vulnérabilité pour le prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Saint-Alexandre (la Municipalité), WSP Canada Inc. (WSP) a été mandatée afin de réaliser l'étude hydrogéologique pour réviser la délimitation des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC. Bien que des aires de protection aient été délimitées par le passé pour chacun des puits de prélèvement de la Municipalité, les aires doivent être révisées selon les recommandations prescrites dans le guide de délimitation des aires de protection du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) (MELCC, 2019a). Les aires de protection constituent des secteurs de l'aire d'alimentation dans lesquels des activités à risque doivent être restreintes et encadrées afin de protéger la qualité de l'eau souterraine des aquifères exploités, selon leurs degrés de vulnérabilité. La délimitation rigoureuse de ces aires permet de protéger la ressource avec un certain degré de confiance en s'appuyant sur des données de terrain et sur des calculs poussés, en plus d'éviter sa surprotection par des aires trop conservatrices qui limiteraient le développement économique d'une région.

1.2 OBJECTIFS

WSP a été mandatée pour réaliser une étude hydrogéologique permettant de fournir l'information suffisante pour répondre aux exigences du MELCCFP pour la révision de la délimitation des aires de protection et l'analyse de leur vulnérabilité DRASTIC. Pour y parvenir, des objectifs spécifiques ont été fixés incluant, mais sans s'y limiter :

- une révision et une synthèse de l'information disponible;
- l'établissement des enjeux de protection et de l'approche de délimitation des aires de protection;
- la délimitation des aires de protection par l'approche à prioriser suivant les lignes directrices du guide du MELCCFP (MELCC, 2019a);
- l'évaluation de l'indice de vulnérabilité de chacune des aires;
- une discussion sur la qualité et l'incertitude des résultats de l'étude.

2 DESCRIPTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT

2.1 CARACTÉRISTIQUES DU SITE

2.1.1 DESCRIPTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT

Le système de prélèvement de la Municipalité est constitué de trois puits de pompage d'eau souterraine (PE-01, PE-02 et PE-03) situés dans deux secteurs, soit le secteur Grande-Ligne et le secteur l'Écuyer. Ces puits ont été installés entre 1988 et 1991 par la compagnie Foratek et sont raccordés à une usine de traitement qui est situé dans le secteur Grande-Ligne. Les caractéristiques des puits sont décrites ci-dessous et compilées au tableau 1. Les photos du site provenant de la visite de WSP en date du 18 janvier 2023 sont disponibles à l'annexe 2, de même que quelques photos des secteurs datant de 2011.

TYPE D'USAGE

Les puits de pompage PE-01 et PE-02 sont situés dans le secteur Grande-Ligne et sont utilisés en permanence. En mars 2023, ceux-ci répondaient aux besoins en eau potable de 1770 personnes. Aussi, en mars 2023, la Municipalité dénombrait 708 branchements au réseau de distribution et estimait une augmentation du nombre avec une cadence de 10 branchements par année pour les cinq prochaines années. Le secteur Grande-Ligne a fait l'objet d'une étude pour la construction d'un nouveau puits (STA-21-01, renommé PE-4 par la Municipalité), pour lequel aucun aménagement n'a été réalisé pour le moment (Akifer, 2021). Le forage réalisé dans le cadre de cette étude n'est pas aménagé et n'est pas raccordé au réseau d'approvisionnement en eau potable de la Municipalité.

Le puits de pompage PE-03 situé dans le secteur l'Écuyer est désigné comme puits d'appoint. Il est à noter qu'il existe également un puits (PE-04) dans le secteur l'Écuyer, dont l'installation est similaire aux autres; il n'est cependant pas utilisé. Pour clarification, le puits PE-04 est un puits utilisé actuellement comme puits d'observation, alors que le puits STA-21-01 (nommé PE-4 par la Municipalité) est le dernier puits d'exploitation potentiel installé près des puits PE-01 et PE-02.

LOCALISATION DES SITES DE PRÉLÈVEMENT

Les puits de pompage sont localisés sur les lots 4 390 518 (secteur Grande-Ligne) et 4 390 508 (secteur l'Écuyer) du cadastre du Québec.

TYPE DE PRÉLÈVEMENT

Les trois puits de pompage actuels de la Municipalité sont des puits tubulaires munis de crépines.

PROFONDEUR DE PRÉLÈVEMENT, TYPE DE MILIEU ET SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT

L'annexe 3 présente le plan d'aménagement de l'usine d'épuration alors que l'annexe 4 présente les schémas d'aménagement en coupe de chacun des puits de pompage.

Le puits de pompage PE-01 est installé à une profondeur maximale approximative de 11,34 m sous la surface du sol (« sls ») et il est crépiné sur une longueur de 5 m. Le puits de pompage PE-02 est installé à une profondeur maximale approximative de 9,75 m sls et il est crépiné sur une longueur de 3,05 m. Le puits de pompage PE-03 est installé à une profondeur maximale approximative de 12,65 m sls et il est crépiné sur une longueur de 3,05 m.

DESCRIPTION DES INFRASTRUCTURES DE PRÉLÈVEMENT

Le puits de pompage PE-01, construit en 1990, est composé d'un tubage en acier inoxydable d'une longueur de 6,19 m et d'un diamètre de 250 mm couplé à une crépine télescopique en acier inoxydable de 5,0 m de longueur et de 241 mm de diamètre avec des ouvertures de 0,030 po (~0,8 mm). Lors de son installation, une collerette de scellement en ciment a été coulée sur 3 m de longueur autour du tubage pour éviter toute infiltration le long du tubage jusqu'à l'aquifère. De plus, l'ouverture du puits se situe sous la surface du sol, à l'intérieur d'un regard en béton.

Le puits de pompage PE-02, construit en 1988, est composé d'un tubage en acier inoxydable d'une longueur de 5,18 m et d'un diamètre de 254 mm couplé à une crépine télescopique en acier inoxydable de 3,05 m de longueur et de 241 mm de diamètre avec des ouvertures de 0,030 po (~0,8 mm) et munie à sa base d'un tubage plein (chambre de pompage) de 1,52 m de longueur et de 241 mm de diamètre. L'ouverture du puits se situe au-dessous de la surface du sol et est protégée par un couvercle en métal. À la suite d'un bris de la crépine en 2012, une nouvelle crépine de 152 mm de diamètre a été installée pour éviter toute infiltration de sédiments dans le puits de pompage.

Le puits de pompage PE-03, construit en 1990, est composé d'un tubage en acier inoxydable d'une longueur de 7,62 m et d'un diamètre de 254 mm couplé à une crépine en acier inoxydable de 3,05 m de longueur et de 254 mm de diamètre avec des ouvertures de 0,060 po (~1,5 mm). L'ouverture du puits se situe sous la surface du sol, à l'intérieur d'un regard en béton.

Tous les puits de pompage sont munis de pompes submersibles de 4 po de diamètre avec des moteurs de 7,5 HP du modèle STA-RITE 90 GPM Series, pouvant fournir un débit maximal de 454 L/min pour des colonnes d'eau pouvant atteindre 125 m. De plus, un système de flottes qui permet d'automatiser le prélèvement d'eau est présent dans chaque puits.

Les puits sont raccordés à l'usine de traitement qui se situe dans le secteur Grande-Ligne, à approximativement 15 m des puits PE-01 et PE-02 et à approximativement 450 m du puits PE-03, où l'eau prélevée subit un traitement physico-chimique avant d'être entreposée dans des réservoirs.

Le nouveau puits STA-21-01 réalisé en 2020, quant à lui, n'est pas encore équipé de pompe (Akifer, 2021). Ce puits n'aurait vraisemblablement pas encore fait l'objet d'une demande d'autorisation. Il sera toutefois considéré dans les simulations numériques afin d'évaluer l'aire d'alimentation de l'ensemble du prélèvement lorsque ce dernier puits sera en fonction. Selon le rapport d'Akifer (2021), le puits tubulaire est muni d'un tubage de 152 mm de diamètre et la base du tubage se trouve à 11,28 m de profondeur. Le puits est foré dans le socle rocheux jusqu'à une profondeur de 97,55 m. Des venues d'eau majeures ont été identifiées dans la partie sommitale du socle rocheux, juste sous le tubage d'acier. La productivité des venues d'eau situées entre 11,88 et 14,33 m sls serait d'environ 150 l/min et il semblerait que sous cet horizon, l'aquifère fracturé serait peu productif (Akifer, 2021).

L'unité aquifère qui pourrait être exploitée par ce puits correspondrait alors à la partie supérieure du socle rocheux et la base des dépôts meubles. Cet horizon aquifère semble correspondre à celui exploité par les puits PE-01 et PE-02.

DESCRIPTION DE L'ÉTAT DES INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT D'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT IMMÉDIAT

Tous les puits de pompage ainsi que l'usine d'épuration sont situés à l'intérieur de terrains clôturés, dont les surfaces couvrent approximativement 3 350 m³ pour le secteur Grande-Ligne et 5 215 m³ pour le secteur l'Écuyer. La topographie autour de chaque puits de pompage a été aménagée de façon à favoriser l'écoulement de l'eau de pluie afin d'éviter l'accumulation et l'infiltration d'eau stagnante dans ceux-ci. Par ailleurs, chaque puits est nettoyé, développé et désinfecté annuellement ou à chaque deux ans, selon les besoins de la Municipalité.

Le secteur Grande-Ligne est bordé au nord-est par un champ de tir (club de tir Josée), au nord-ouest par un entrepôt, au sud-ouest par le chemin Grande-Ligne et des résidences privées et au sud-est par une résidence privée.

Le secteur l'Écuyer est bordé au nord-est, au nord-ouest et au sud-ouest par des champs agricoles alors qu'il est bordé au sud-est par le rang Sainte-Marie et d'autres champs agricoles.

Le tableau 1 présente un résumé des caractéristiques des trois puits actuellement en activité et autorisés pour le prélèvement.

Tableau 1 Description des installations de prélèvement actuel

CARACTÉRISTIQUES	PE-01	PE-02	PE-03
Type d'usage	Permanent	Permanent	Appoint
Catégorie de Prélèvement	Cat. 1	Cat. 1	Cat. 1
Localisation des puits d'exploitation	N 45,22367848410	N 45,22365183850	N 45,21991420870
	W 73,09463756420	W 73,09467526620	W 73,09792625750
Type d'installation de prélèvement	Puits tubulaire	Puits tubulaire	Puits tubulaire
Année d'aménagement et de mise en service du puits	1990	1988	1990
Profondeur du puits (m sls)	11,34	9,75	12,65
Longueur de la crépine (m)	5,00	3,05	3,05
Intervalle de profondeur crépiné (m sls)	6,34 à 11,34	6,70 à 9,75	9,60 à 12,65
Type d'aquifère exploité	Granulaire (gravier)/Roc fracturé		
Débit de prélèvement autorisé (m ³ /j) / (l/min)	954 / 662,5		
Volume journalier autorisé (m ³)	954		
Photos	Annexe 2		
Plan aménagement	Annexe 3		
Schéma (vue en coupe)	Annexe 4		

DÉBITS DE PRÉLÈVEMENT AUTORISÉS ET NUMÉRO D'AUTORISATION LA PLUS RÉCENTE

Le 13 juin 2012, la Municipalité a obtenu l'autorisation (N/Réf : 7318-16-01-5605501 – 400942272) de prélever les débits suivants :

- 375 m³/j au puits PE-01;
- 161 m³/j au puits PE-02;
- 418 m³/j au puits PE-03; et
- un débit maximal combiné de 536 m³/j aux puits PE-01 et PE-02.

Aussi, en cas de besoin temporaire pour permettre des réparations au système de traitement, le nettoyage des puits ou un changement de pompe, il est possible de prélever 536 m³/j dans le puits PE-01 ou PE-02 pour une durée maximale de cinq jours.

2.2 HISTORIQUE DE POMPAGE

Les débits de pompage journaliers, volumes cumulatifs et niveaux d'eau dans les puits de pompage sont compilés quotidiennement et conservés dans une base de données rendue accessible par la Municipalité. Les volumes mensuels prélevés à chacun des puits sont présentés au tableau 2 pour l'année 2022. Le débit cumulatif moyen pour l'année 2022 est également présenté pour chacun des puits.

Tableau 2 Volumes mensuels prélevés aux trois installations de prélèvement et débit annuel moyen pour l'année 2022

Mois	Volumes prélevés (m ³)		
	PE-01	PE-02	PE-03
Janvier	5 427	2 156	4 097
Février	4 828	1 838	3 250
Mars	5 088	1 948	3 500
Avril	5 457	2 099	3 949
Mai	4 822	4 202	4 861
Juin	6 387	4 006	3 672
Juillet	5 458	4 008	3 739
Août	5 752	3 870	3 644
Septembre	5 566	3 492	3 299
Octobre	5 942	1 793	4 942
Novembre	5 136	3 092	3 225
Décembre	1 661	4 421	4 744
Total (m ³)	61 524	36 925	46 922
Débit (m ³ /jour)	168,6	101,2	128,6

2.3 DÉLIMITATIONS ANTÉRIEURES DES AIRES DE PROTECTION

Une étude des aires de protection et indice de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine a été réalisée en 2011 pour les puits PE-01, PE-02 et PE-03 et se trouve à l'annexe 5. Les aires de protection avaient été tracées à l'aide d'une méthode analytique, avant l'entrée en vigueur du Règlement sur la protection des sources d'eau potable (RPEP; gouvernement du Québec, 2022a) et de l'émission du Guide de délimitation des aires de protection des sources d'eau potable (MELCC, 2019a).

3 REVUE DES DONNÉES DISPONIBLES

Une revue de l'ensemble des données utilisées et consultées dans le cadre de cette étude est présentée en fonction des organismes ayant fourni ces informations.

3.1 DONNÉES FOURNIES PAR LA MUNICIPALITÉ

Les documents fournis par la Municipalité et utilisés pour analyse sont :

- les formulaires de débit de pompage quotidien en m³/jour pour l'installation de pompage pour le mois de septembre 2021;
 - les données de lectures manuelles des volumes prélevés aux puits de pompage pour l'année 2022;
 - le *Rapport hydrogéologique - Construction d'un puits d'appoint. Rapport produit pour la municipalité de Saint-Alexandre* (Akifer, 2021);
 - le rapport *Étude hydrogéologique aux puits de la Grande-Ligne et L'Écuyer - Municipalité de Saint-Alexandre, Québec* (Golder, 2010);
 - le rapport *Aires de protection et indice de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine exploitée par les 3 puits de captage de la municipalité de St-Alexandre* (Golder, 2011);
 - le rapport *Étude hydrogéologique aux puits de la Grande-Ligne et L'Écuyer - Municipalité de St-Alexandre* (Golder, 2012);
 - le rapport *Caractérisation environnemental complémentaire du Club de tir Josée à Saint-Alexandre* (SNC-Lavalin, 2017);
 - le rapport *Étude préliminaire - Agrandissement du réservoir d'eau potable - Municipalité de Saint-Alexandre* (TetraTech, 2017).
-

3.2 RESSOURCES GOUVERNEMENTALES

Les données provenant de la base de données géotechnique du ministère des Transports et de la Mobilité durable ont été consultées (MTMD, 2023). Aucun forage n'a été répertorié dans les zones délimitées par le bassin versant.

La base de données du système d'information hydrogéologique (SIH) a été consultée le 24 février 2023 (MELCCFP, 2023). L'ensemble des sondages dans un rayon de 10 km du site et de la tourbière ont été extraits de cette base de données. Les sondages qui ont été utilisés pour consultation sont présentés à l'annexe 6.

Les données de la géologie régionale, des tourbières et des zones morpho-sédimentologiques du SIGÉOM (SIGÉOM, 2023) ont été utilisées. Les données de topographie proviennent du relevé LiDAR du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF, 2023).

3.3 AUTRES RESSOURCES

Les données des lieux physiques et niveaux d'eau provenant du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) Montérégie-Est sur le territoire de la Municipalité ont été téléchargées directement sur le site du PACES, accompagnées du rapport (Laurencelle et al., 2013).

4 ENJEUX DE PROTECTION

4.1 LES ENJEUX DE PROTECTION

Afin de définir les enjeux de protection des ouvrages de captage, une revue de l'information, dont les activités à risque, a été réalisée de manière sommaire pour l'étude hydrogéologique. Une revue plus exhaustive, sous la responsabilité de la Municipalité, sera présentée dans le cadre de la rédaction de l'étude d'analyse de vulnérabilité.

4.1.1 USAGE

Les puits de pompage PE-01 et PE-02 sont situés dans le secteur Grande-Ligne et sont utilisés en permanence. En 2023, ceux-ci répondaient aux besoins en eau potable de 1770 personnes. La Municipalité dénombre 708 branchements au réseau de distribution en mars 2023 et estimait une augmentation du nombre avec une cadence de 10 branchements par année pour les cinq prochaines années.

Le puits de pompage PE-03, situé dans le secteur l'Écuyer, est qualifié de puits d'appoint.

À l'usine de traitement, chaque puits de pompage est relié à un filtre au sable vert d'une capacité de 3047 L, ce qui permet effectuer un traitement physico-chimique spécifique aux propriétés de l'eau prélevée dans chacun de ceux-ci. L'eau de tous les puits de pompage est traitée au permanganate de potassium pour enlever le fer et le manganèse, présents naturellement dans les aquifères exploités. Le dosage de ce composé se fait individuellement dans chaque filtre. De plus, le puits PE-03 requiert un ajout supplémentaire de chlore. Une fois l'eau filtrée, celle-ci est entreposée et chlorée dans des réservoirs dont la capacité totale combinée est de 450 ou 600 m³.

Tout le procédé est automatisé à l'aide du système Pompacktion, qui permet aux employés de la Municipalité de régler les paramètres sur place ou à distance.

Des puits résidentiels sont présents en périphérie des deux secteurs de pompage. En effet, comme montré à la carte 4, 15 résidences non raccordées au réseau d'aqueduc municipal sont situées dans un rayon de 300 m de la zone des puits de pompage. Un inventaire exhaustif des puits situés dans les futures aires de protection sera présenté dans l'étude de vulnérabilité des sources d'eau potable (MELCC, 2018).

4.1.2 PRÉSENCE D'ACTIVITÉS RÉGLEMENTÉES

Des activités agricoles ont lieu à proximité des aires de protection antérieures. Toutes les terres dans un rayon de 1 km du site sont sous affectation agricole selon le plan d'urbanisme de la Municipalité, présenté à l'annexe 7 (Municipalité de Saint-Alexandre, 2020). Ces enjeux avaient été relevés dans les études antérieures (Golder, 2011).

Parmi l'inventaire des activités dans un rayon de 2 km des zones de prélèvement, les fosses septiques des résidences à proximité sont considérées. Néanmoins, celles-ci sont situées à plus de 30 m des puits.

4.1.3 PRÉSENCE D'AUTRES SOURCES POTENTIELLES DE CONTAMINATION

Le club de tir Josée est situé à 80 m au nord-est du puits du secteur Grande-Ligne. Une étude a été réalisée en 2017, en guide de caractérisation complémentaire concernant des sols contaminés aux HAP et/ou au plomb identifiés au site en 2015 (SNC-Lavalin, 2017).

L'ensemble des informations qui sont présentées dans la présente section sont tirées du rapport de SNC-Lavalin (2017). Deux forages aménagés en puits d'observation avaient été réalisés à la limite sud du club de tir, en plus de six puits d'exploration. Des sols contaminés au-delà du critère C de l'annexe II du RPRT (Gouvernement du Québec, 2022b) ont été identifiés dans les puits d'exploration et dans de précédents sondages. Ces sols étaient non conformes pour l'usage du site. L'étude fait état que les sols contaminés provenaient des première et deuxième couches stratigraphiques, soit entre 0 et 0,2 m de profondeur, mais qu'aucun sol contaminé au-delà du critère C n'avait été identifié dans les sols de remblai plus profonds. L'un des échantillons d'eau souterraine analysés dans le cadre de cette étude a montré un dépassement du critère d'eau de consommation du *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés* (MELCC, 2019b) pour l'arsenic, un dépassement du critère d'eau de consommation pour le manganèse et un dépassement du seuil d'alerte d'eau de consommation pour les nitrites et nitrates.

Une revue complète des résultats de qualité d'eau sera présentée dans l'étude d'analyse de vulnérabilité.

4.2 ÉVALUATION QUALITATIVE DE L'AMPLEUR DES ENJEUX DE PROTECTION

Les enjeux de protection mentionnés plus tôt mettent en lumière l'importance de la source actuelle d'eau potable pour la Municipalité compte tenu, entre autres, de l'absence de source alternative autre que de futurs puits d'appoints qui seraient aménagés dans le même aquifère (tel que le nouveau puits STA-21-01). Bien que les puits de pompage puissent tous être utilisés et peuvent suffire à la demande en cas de défaillance d'un des puits de pompage, les trois installations en activité du site de prélèvement sont aménagées dans le même aquifère. Une importance plus grande doit donc être apportée à la délimitation des aires de protection, afin de s'assurer du respect de l'intégrité de la qualité d'eau de l'aquifère. La nature des dépôts de la zone vadose (sable fin à moyen) et de l'aquifère (gravier, sable et roc fracturé) ne laisse cependant pas présager d'enjeux quant à la quantité d'eau prélevée, considérant les précipitations et la recharge potentielle dans le secteur. De plus, la présence d'activités encadrées par la réglementation visant la protection du prélèvement (activités agricoles) ainsi que la présence du champ de tir en amont du secteur Grande-Ligne représentent un enjeu important qui nécessite que la délimitation des aires soit précise, sans être trop conservatrice, afin d'éviter une surprotection et des conséquences économiques.

5 SYSTÈME HYDROGÉOLOGIQUE ET MODÈLE CONCEPTUEL

5.1 TOPOGRAPHIE

La topographie de l'ensemble du site est présentée à la carte 1. Les courbes topographiques du modèle de base ont été extraites du relevé LiDAR (MRNF, 2023). Ce relevé, provenant de quatre feuillets au 1 : 20 000 et fournissant une résolution spatiale au mètre, a permis de générer l'élévation topographique pour l'ensemble du site à l'étude. La topographie du secteur à l'étude, en périphérie des puits de pompage, est plane avec des pentes de l'ordre de 0 à 3 %.

5.2 HYDROLOGIE ET BILAN HYDRIQUE

5.2.1 HYDROLOGIE

La carte 5 montre les limites des sous-bassins versants ainsi que la délimitation des lacs et des bassins en amont et en périphérie de l'installation de prélèvement d'eau potable de la Municipalité.

Le site est situé à la limite des bassins versants de la rivière Richelieu et de la baie Missisquoi. Ces deux bassins versants partagent, à moins de 2 km au nord du site à l'étude, une limite avec le bassin versant de la rivière Yamaska. Le réseau hydrographique local et régional est constitué majoritairement de cours d'eau et fossés intermittents, drainant les terres agricoles de la région.

Les mesures de l'élévation de l'hydrographie pour quelques plans d'eau de surface permanents sur le site ont été établies à partir du relevé LiDAR du ministère de la Forêt, de la Faune et des Parcs¹ (MFFP, 2020). Entre autres, le lac situé entre le secteur Grande-Ligne et le secteur l'Écuyer est à une élévation de 53,4 m.

5.2.2 BILAN HYDRIQUE

Le bilan hydrique permet de déterminer la recharge sur l'ensemble du site à l'étude. En effet, lors de précipitations, ce n'est pas l'ensemble des précipitations qui participe à la recharge de la nappe. Une partie s'écoule par ruissellement et une partie repart dans l'atmosphère par évapotranspiration. De nombreux facteurs sont à prendre en compte.

Naturellement, le taux de recharge de l'aquifère rocheux sera plus élevé aux endroits où l'épaisseur de dépôts meubles est faible, sauf si la conductivité hydraulique de ces dépôts est faible et que les pentes sont abruptes, auquel cas l'eau ruissellera. Une topographie plane aura également tendance à favoriser la recharge, car le taux de ruissellement sera plus faible. Par contre, dans les milieux déjà saturés en eau comme les lacs, les fossés et les milieux humides, la recharge sera beaucoup plus faible puisque l'eau s'écoulera en surface et/ou s'accumulera sur place.

¹ À la suite de la nomination du nouveau conseil des ministres en octobre 2022, le secteur des Forêts relève désormais du ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) alors que les secteurs de la Faune et des Parcs relèvent du MELCCFP.

L'évapotranspiration peut être estimée par la formule de Thornthwaite et Mather (1957). Cette formule utilise les données de précipitations mensuelles, de températures mensuelles ainsi que de latitude de la station météorologique.

Le tableau 3 présente les données de normales climatiques à la station climatologique de Saint-Hubert pour l'année 2022 (Environnement Canada, 2023). Les précipitations efficaces correspondent à la somme des eaux de ruissellement et de la recharge, donc à la quantité d'eau disponible pour infiltration.

Tableau 3 Évaluation des précipitations efficaces de 2022 (mm/an), pour station climatologique de Saint-Hubert

MOIS	PRÉCIPITATIONS MENSUELLES MOYENNES (mm)	TEMPÉRATURES MENSUELLES MOYENNES (°C)	ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE MOYENNE (mm)	PRÉCIPITATIONS EFFICACES (mm)
Janvier	4.40	-14.0	0.00	4.40
Février	70.7	-7.9	0.00	70.70
Mars	79.3	-1.44	0.00	79.30
Avril	138.6	6.11	28.47	110.13
Mai	76.8	15.68	94.82	-18.02
Juin	175.8	18.57	115.99	59.81
Juillet	133.8	21.59	121.03	12.77
Août	124.5	20.56	74.70	49.80
Septembre	157	15.49	76.00	81.00
Octobre	50	10.07	41.96	8.04
Novembre	114.4	4.08	12.53	101.87
Décembre	83.3	-1.83	0.00	83.30
Annuel	1208,6	7,3	631,99	643,11

Pour l'année 2022, les précipitations efficaces sont donc en moyenne de 643,11 mm/an. Parmi ces 643,11 mm, une partie va ruisseler et une partie va s'infiltrer et participer à la recharge. Le taux de ruissellement varie en fonction de la pente et du type de sols. Le coefficient de ruissellement a été estimé à partir des valeurs tirées du manuel de conception des ponceaux (MTMDET², 2017). Il est à noter que selon les données d'Environnement Canada, les précipitations efficaces pour l'année 2021 étaient nettement moins élevées, de l'ordre de 266,1 mm/an (Environnement Canada, 2023).

Sur la base de cette méthode (Thornthwaite et Mather, 1957), on peut estimer que la distribution spatiale de la recharge pourrait varier entre 5 mm/an et 250 mm/an pour l'année 2022 et 5 mm/a à 180 mm/a pour l'année 2021. La calibration du modèle permettra de définir les valeurs des différentes zones de recharge.

Sur la base des données de précipitations ainsi que des données de pompage, de topographie et du type de dépôts meubles de surface, nous estimons ainsi que la recharge imposée initialement au modèle numérique d'écoulement variera de quelques millimètres par année, pour les quelques zones avec argile près de la surface, à environ 200 mm par année au niveau des sédiments indifférenciés.

5.3 UNITÉS HYDROSTRATIGRAPHIQUES

Les unités hydrostratigraphiques présentées dans cette section ont été établies à l'aide de l'ensemble des coupes provenant des données de sondages du PACES (Laurencelle et al., 2013) et des rapports de forages présentés dans des études antérieures (Golder, 2011; Golder, 2012; SNC-Lavalin, 2017; Akifer, 2021).

² Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports, QGIS

Les rapports de forages des puits de pompage sont présentés à l'annexe 4 et les sondages sont montrés sur les cartes 3 et 5. De plus, quelques puits du SIH contenant des informations stratigraphiques cohérentes avec le PACES ont également été utilisés dans un rayon de 8 km du site de prélèvement (MELCCFP, 2023). Ces sondages sont présentés à l'annexe 6. La répartition des dépôts de surface provenant du SIGÉOM est présentée à la carte 6 (SIGÉOM, 2023).

L'ensemble de ces informations ont été regroupées afin d'établir le contexte hydrogéologique du site à l'étude ainsi que de la région environnante. Il est à noter que selon la compilation des rapports de sondage su SIH, l'épaisseur des dépôts meubles varie de 1 à 36 m, dans un rayon allant jusqu'à 8 km des secteurs de prélèvement d'eau potable de Saint-Alexandre. Localement, pour le secteur Grande-Ligne, les épaisseurs varient de 8,23 m à 9,45 m. Pour le secteur l'Écuyer, l'épaisseur est approximativement de 8,84 m.

5.3.1 UNITÉ 1 (SÉDIMENTS MARINS LITTORAUX ET D'EAU PROFONDE)

L'unité 1 est composée des sédiments littoraux et des sédiments d'eau profonde. Les sédiments marins littoraux et pré-littoraux, entre autres retrouvés au secteur l'Écuyer ainsi qu'au nord-ouest du secteur Grande-Ligne, sont caractérisés par une granulométrie variable allant du sable très fin au gravier fin, comme décrit dans le rapport de sondage du puits PE-03 (Golder, 2010).

Les sédiments marins d'eau profonde sont composés d'argile et de silt, selon les sondages du SIH (MELCCFP, 2023). Comme montré à la carte 6, cette unité est présente à l'est et au sud-est des secteurs de prélèvement d'eau potable. Dans les rapports de sondages du SIH disponibles, les épaisseurs de cette unité varient de 0 à 24 m à l'échelle régionale.

5.3.2 UNITÉ 2 (SÉDIMENTS GLACIAIRES - TILL)

L'unité 2 de sédiments glaciaires est caractérisée par un till d'une granulométrie variant du sable au silt, avec des traces ou un peu de gravier. À l'échelle locale, les sondages du secteur Grande-Ligne ont montré des épaisseurs de 2,74 m à 6,1 m (Golder, 2010; SNC-Lavalin, 2017; Akifer, 2021).

5.3.3 UNITÉ 3 (AQUIFÈRE GRANULAIRE)

L'unité 3, qui représente l'aquifère granulaire exploité, est composée de gravier et de sable d'une épaisseur variant de 2,7 m à 4,9 m selon les données des forages des études mentionnées précédemment (Golder, 2011; Akifer, 2021). La granulométrie varie, passant d'une matrice gravier fin à moyen à du sable.

De manière régionale, la continuité de l'aquifère au-delà de la zone des puits de pompage n'a pu être vérifiée autrement que par l'analyse des données de forage du système d'information hydrogéologique (MELCCFP, 2023). Selon ces données, l'aquifère serait discontinu à plus de 2 km de la zone d'intérêt, et son épaisseur varierait de 0 à 14 m.

5.3.4 UNITÉ 4 (ROC)

Le socle rocheux est représenté en majeure partie par des roches sédimentaires de la formation d'Iberville, composée de mudstone interstratifié de siltstone dolomitique. Les premiers horizons présentent des taux de fracturation et d'altération plus marqués permettant les venues d'eau, comme rencontré au droit des puits de pompage.

Au droit des puits de pompage et du nouveau forage PE-04, le roc fracturé avec potentiel aquifère varie d'une

épaisseur de 1,5 à 2,6 m sous l'aquifère granulaire. Selon les données du PACES, les valeurs de conductivité pour le roc superficiel fracturé dans ce secteur peuvent varier entre 2×10^{-6} m/s jusqu'à 6×10^{-5} m/s (Laurencelle et al., 2013). Environ 80 % des puits municipaux répertoriés dans les études du PACES Montérégie-Est sont aménagés seulement dans le roc (Laurencelle et al., 2013). Toujours selon les données du PACES, l'intervalle des données de conductivité hydraulique pour la formation d'Iberville couvre des valeurs 1×10^{-7} m/s à 1×10^{-4} m/s (Laurencelle et al., 2013).

La carte 7 montre la géologie du socle rocheux. Aucun essai hydraulique dans le secteur à l'étude n'a été réalisé pour évaluer la perméabilité spécifique du socle rocheux, que ce soit en surface ou plus en profondeur.

5.4 PIÉZOMÉTRIE

Les niveaux d'eau statiques des puits de pompage PE-01, PE-02 et PE-03 ont été relevés le 13 mai 2019 préalablement à un essai de pompage réalisé par Golder qui avait nécessité l'arrêt des pompes quelques heures avant. Les niveaux d'eau avaient également été relevés dans les piézomètres d'observation PZ-01 et PZ-02.

L'écoulement se dirige vers le sud-ouest dans la zone des puits, mais demeure variable à l'échelle régionale en raison de la ligne de partage des eaux qui longe le secteur à l'est des puits. À l'échelle locale, une carte piézométrique de l'aquifère de sable dans lequel les puits de pompage et le puits d'appoint sont crépinés, soit la carte 8, a été générée à partir des mesures du relevé de 2019.

5.4.1 ÉLÉVATIONS PIÉZOMÉTRIQUES

Un relevé des niveaux d'eau des puits disponibles a été réalisé le 13 mai 2019. Le relevé piézométrique a été réalisé alors que les puits de pompage avaient été mis à l'arrêt pour réaliser un essai de pompage. Le tableau 4 montre le détail de l'élévation piézométrique relevée dans ces puits.

Tableau 4 Relevés piézométriques effectués sur le site le 13 mai 2019

UNITÉ INTERCEPTÉE PAR LA CRÉPINE	NOM DU SONDRAGE	COORDONNÉES (UTM 18 NAD 83)		ÉLÉVATION DU SOL ARPENTÉE (m)	ÉLÉVATION MI-CRÉPINE (m)	ÉLÉVATION EAU MESURÉE (m)
		x (m)	y (m)			
Aquifère granulaire/ Roc fracturé	PE-01	649586,09	5009564,65	57,98	48,60	54,38
	PE-02	649583,20	5009561,62	58,39	50,19	54,38
	PZ-01 ¹	649584,78	5009554,01	57,45	49,8	54,32
	PZ-02 ¹	649552,78	5009572,63	56,41	49,71	54,31
	PE-03	649337,76	5009140,38	56,64	45,75	52,92

¹ Le détail de l'aménagement et les profondeurs exactes de ces sondages ne sont pas disponibles, il a été assumé qu'ils sont aménagés à des profondeurs semblables aux puits de pompage, dans l'aquifère de granulaire et de roc fracturé.

5.4.2 GRADIENTS HYDRAULIQUES

GRADIENTS HORIZONTAUX

Les gradients hydrauliques horizontaux correspondent au rapport de la différence de charge entre deux points sur la distance qui les sépare. Les gradients hydrauliques ont été estimés à partir des distances perpendiculaires entre deux isocontours de charges hydrauliques présentés sur la carte 8, correspondant aux lignes d'écoulement de l'eau souterraine.

Dans l'aquifère granulaire qui alimente les puits de pompage et puits d'appoints, les gradients horizontaux observés sont généralement faibles, soit 0,004, et dirigés vers le sud-ouest.

5.5 PROPRIÉTÉS HYDRAULIQUES DES MATÉRIAUX

Les propriétés hydrauliques des matériaux ont été déterminées à partir d'une synthèse des données de conductivité provenant d'études antérieures. Les résultats sont présentés dans les sections suivantes.

5.5.1 CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

Un premier sommaire des transmissivités pour chacun des puits de pompage en opération avait été réalisé dans l'étude de Golder (2010). Les valeurs relevées dans l'étude sont présentées au tableau 5. Ces valeurs ont été évaluées pour des épaisseurs d'aquifère combinées pour l'aquifère granulaire et l'aquifère rocheux. Il est à noter que pour le puits PE-03, l'épaisseur de ce qui est identifié comme le forage a été incluse dans l'épaisseur d'aquifère. Les données provenant des tests de pompage effectués sur le puits STA-21-01 ont également été utilisées et sont présentées au tableau 5.

De manière générale, la conductivité de l'aquifère combiné de sable et de roc fracturé est de $7,3 \times 10^{-4}$ m/s, variant entre $5,0 \times 10^{-4}$ et $1,0 \times 10^{-3}$ m/s.

Tableau 5 Synthèse des conductivités hydrauliques déterminées dans des études antérieures pour la zone aquifère de gravier et sable et de roc fracturé

Puits	T (m ² /j)	Épaisseur (m)	K (m/s)	Source
PE-01	302	5,62	$6,2 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
	264	5,62	$5,4 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
	416	5,62	$8,6 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
PE-02	223	5,18	$5,0 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
	377	5,18	$8,4 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
	457	5,18	$1,0 \times 10^{-3}$	Golder, 2010
PE-03	333	5,03	$7,7 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
	339	5,03	$7,8 \times 10^{-4}$	Golder, 2010
PE-4	504	7,51	$7,8 \times 10^{-4}$	Akifer, 2021
			Maximum	$1,0 \times 10^{-3}$
			Minimum	$5,0 \times 10^{-4}$
			Moyenne géométrique	$7,3 \times 10^{-4}$

5.5.2 POROSITÉ

À l'état naturel, un sol saturé d'eau se compose de grains et de pores remplis d'eau. Une portion de cette eau est gravitaire, alors qu'une autre portion est retenue par capillarité sur la surface des grains.

La **porosité totale** d'un milieu poreux correspond aux rapports entre le volume de l'ensemble des pores d'un échantillon de sol représentatif du milieu poreux considéré, et le volume total de ce même échantillon.

La **porosité efficace** correspond aux pores et interstices reliés à l'état saturé, qui permettent l'écoulement de l'eau souterraine (eau gravitaire). La porosité efficace influence le temps de passage de l'eau souterraine à travers une unité hydrogéologique.

Pour des simulations en condition non saturée, la porosité totale doit être considérée dans l'équation d'écoulement de Richards puisque la courbe de rétention d'eau définit la porosité participant à l'écoulement, alors que pour des simulations en condition saturée, seule la porosité participant à l'écoulement, soit la porosité efficace, doit être considérée.

Pour des simulations de transport de particules, seule la porosité participant à l'écoulement, soit la porosité efficace, doit être considérée pour le calcul.

Les valeurs de porosité ont été attribuées aux différentes unités hydrostratigraphiques déterminées précédemment sur la base des valeurs de porosité totale et efficace typiques pour ces matériaux selon la littérature. Cette approche a été privilégiée considérant : 1) la variabilité relativement faible de ces paramètres dans une même classe de matériaux selon la littérature, comparativement à la conductivité hydraulique qui peut varier sur plusieurs ordres de grandeur; et 2) la complexité relative des mesures de porosité sur des échantillons granulaires.

Le tableau 6 présente des valeurs de porosité efficace et de porosité totale typique pour différents types de sol et de roches disponibles dans la littérature (Banton et Bangoy, 1999).

Tableau 6 **Compilation des données de porosités et de conductivités hydrauliques des différentes unités**

UNITÉ	POROSITÉ TOTALE (%)	POROSITÉ EFFICACE	CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE LOG K (m/s)
Matériaux non consolidés selon texture			
Graviers	25-35	20-30	-3/0
Sable grossier	25-35	20-30	-4/-1
Sable moyen	30-40	25-35	-5/-2
Sable fin	30-40	25-35	-7/-4
Sable limoneux	35-45	25-35	-8/-4
Limon	35-45	15-25	-9/-5
Limon argileux	45-55	5-10	-11/-8
Argile	45-55	0-5	-12/-9
Tourbe	60-80	45-70	-6/-4
Matériaux non consolidés selon origine			
Sable éolien	30-40	30-40	-5/-2
Loess	35-45	20-30	-9/-5
Till glaciaire sableux	10-20	5-20	-8/-4
Till glaciaire argileux	10-20	0-10	-12/-8
Roche cristalline			
Roche non fissurée	<1	<1	-14/-10
Roche fissurée	0-5		-10/-7
Roche fracturée	5-10	0-10	-8/-5
Roche altérée	30-50	10-30	-6/-4

Source : Banton et Nangoy, 1999

5.5.3 EMMAGASINEMENT SPÉCIFIQUE

L'emménagement spécifique (Ss) est la caractéristique hydrodynamique utilisée pour définir la quantité d'eau par unité de volume de milieu souterrain, qui est emmagasinée ou libérée à la suite d'une diminution unitaire de la charge hydraulique.

Dans la zone non saturée, l'emménagement d'eau dans le milieu poreux correspond principalement à la variation de la saturation dans le sol et est dicté par la porosité du milieu.

En milieu saturé, la compressibilité de l'eau et du milieu poreux définissant l'emménagement spécifique est en grande partie responsable de la capacité des milieux souterrains à emmagasiner de l'eau. Le tableau 7 présente les valeurs typiques d'emménagement spécifique (Domenico et Mifflin, 1965).

Tableau 7 Valeur typique d'emménagement spécifique (Domenico et Mifflin, 1965)

MATÉRIEL	EMMAGASINEMENT SPÉCIFIQUE SS (M-1)	
	min	max
Argile plastique	$2,38 \times 10^{-4}$	$1,89 \times 10^{-3}$
Argile raide	$1,19 \times 10^{-4}$	$2,38 \times 10^{-4}$
Argile moyennement raide	$8,53 \times 10^{-5}$	$1,19 \times 10^{-4}$
Sable lâche	$4,57 \times 10^{-5}$	$9,45 \times 10^{-5}$
Sable dense	$1,19 \times 10^{-4}$	$1,89 \times 10^{-5}$
Sable et gravier dense	$4,57 \times 10^{-6}$	$9,45 \times 10^{-6}$
Roc fissuré	$3,05 \times 10^{-7}$	$6,40 \times 10^{-6}$
Roc sain	$3,05 \times 10^{-7}$	$3,05 \times 10^{-7}$

5.6 COMPLEXITÉ DU SYSTÈME AQUIFÈRE

La complexité du système aquifère a été déterminée en fonction des paramètres énoncés dans le Guide de détermination des aires de protection (MELCC, 2019a). La présence de quatre puits de pompage, dont l'un situé à près de 500 m des autres puits, rend le système complexe. La géométrie de l'aquifère rend également le système complexe par l'incertitude sur la continuité de l'aquifère granulaire et de l'aquifère rocheux en amont de la zone de prélèvement. Le système n'est pas considéré comme confiné et est conséquemment considéré comme complexe, comme suggéré dans le Guide de détermination des aires de protection (MELCC, 2019a).

Par la complexité du système aquifère et l'importance de certains enjeux, il apparaît, au sens de ce que suggère le Guide de détermination des aires de protection (MELCC, 2019a), qu'une approche plus précise est nécessaire, visant la protection du prélèvement et permettant d'être sécuritaire pour les activités encadrées à proximité du site de prélèvement. Pour y parvenir, la détermination des aires de protection par la modélisation hydrogéologique a été priorisée.

6 MÉTHODOLOGIE – MODÉLISATION NUMÉRIQUE

6.1 ÉTAPES REQUISES

Les travaux de modélisation de ce projet incluent les différentes étapes suivantes :

- élaboration du modèle conceptuel initial basé sur les données disponibles;
- identification des éléments hydrologiques, tels que les zones d’infiltration des eaux souterraines et les résurgences ainsi que les cours d’eau et lacs;
- identification du contexte géologique et des propriétés hydrogéologiques des unités hydrostratigraphiques;
- analyse du mouvement régional de l’eau souterraine, incluant les élévations de la nappe d’eau souterraine;
- détermination de l’étendue de la zone d’étude;
- construction du modèle hydrogéologique numérique afin d’obtenir une représentation la plus fidèle possible au modèle conceptuel élaboré;
- calibration sommaire des paramètres hydrauliques du modèle numérique, afin de représenter le plus fidèlement possible le réseau d’écoulement de l’eau souterraine dans le secteur d’étude.

6.2 DONNÉES DISPONIBLES

Le modèle hydrogéologique a été élaboré à partir des données récoltées lors de la revue de l’information, présentée à la section 3. Les données antérieures utilisées sont résumées au tableau 8, accompagnées de leur variabilité, de l’incertitude associée ainsi que de la source.

Tableau 8 Récapitulatif des données existantes recueillies et acquises lors des travaux

DONNÉES	VALEUR RETENUE POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE	VARIABILITÉ (Précision)	INCERTITUDE	SOURCES
Débit journalier moyen d'exploitation (m ³ /jour)	398,27	0 à 954	Moyenne	St-Alexandre (2023)
Topographie	Modèle numérique de terrain (MNT)	(1 m d'élévation)	Moyenne	MRNF, 2023
Élévation des sondages dont la piézométrie a été relevée	Élévation arpentée (consulter le tableau 7) et élévation du modèle numérique de terrain (MNT)	(0,05 m pour l'arpentage) (1 m d'élévation pour le MNT)	Faible à moyenne	Arpentage des sondages sous la supervision de Golder en mars 2021 MRN, 2023
Élévation piézométrique (m)	Élévation piézométrique mesurée sur le terrain	(0,1)	Faible	Golder, 2019 Akifer, 2021
Conductivité hydraulique du gravier/roc fracturé (aquifère) (m/s)	[1 x 10 ⁻⁶ , 5 x 10 ⁻⁴]	1 x 10 ⁻⁷ à 1 x 10 ⁻³	Faible	Golder (2010, 2012); Akifer (2021)

Tableau 8 (suite) Récapitulatif des données existantes recueillies et acquises lors des travaux

DONNÉES	VALEUR RETENUE POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE	VARIABILITÉ	INCERTITUDE	SOURCES
Conductivité hydraulique du till/sédiments indifférenciés (m/s)	[$1,4 \times 10^{-8}$, $3,5 \times 10^{-5}$]	$1,4 \times 10^{-8}$ à $3,5 \times 10^{-5}$	Moyenne	PACES (Laurencelle et al., 2013)
Épaisseur de l'aquifère granulaire locale (m)	[2,7, 4]	2,7 à 4	Faible	Rapports de forage (Golder, 2012; Akifer, 2021)
Continuité de l'aquifère	Semi-continu	N/D	Élevée	Données du SIH (MELCCFP, 2023)
Porosité du sable	0,25	0,2 à 0,35	Élevée	Littérature
Gradient hydraulique horizontal de l'aquifère	0,001	N/D	Élevée	Littérature
Précipitations totales moyennes annuelles (mm/a)	624	624 à 1200	Moyenne	Environnement Canada (2023)
Températures	Températures mesurées de 2019, 2021 et 2022 (consulter le tableau 3)	N/D	Moyenne	Environnement Canada (2023)

6.3 CHOIX DU SIMULATEUR D'ÉCOULEMENT

Pour représenter l'écoulement de l'eau souterraine en trois dimensions, un simulateur numérique est requis pour reproduire adéquatement les charges hydrauliques, leur distribution spatiale et leur variation dans le temps. Le simulateur numérique choisi doit permettre de répondre aux objectifs de la présente étude et doit pour cela être capable de représenter au mieux le modèle conceptuel qui a été défini. Le simulateur numérique sélectionné pour cette étude est le logiciel « FEFLOW », version 7.5 (Finite Element Subsurface Flow & Transport Simulation System; DHI, 2023).

La résolution des équations de l'écoulement en milieu saturé ou non saturé dans FEFLOW utilise la technique numérique des éléments finis. FEFLOW permet de produire des modèles numériques d'écoulement de l'eau souterraine en trois dimensions, autant pour les régimes permanents que transitoires de l'eau souterraine dans des aquifères captifs, semi-captifs et libres. Il est particulièrement approprié pour des systèmes aquifères complexes impliquant plusieurs unités hydrostratigraphiques et des conditions aux limites variables. Le modèle permet d'adapter facilement le maillage à une topographie accidentée et la prise en compte de discontinuités est également facilitée par cette propriété. FEFLOW a largement été utilisé dans le passé pour modéliser l'écoulement souterrain dans le cadre de projets miniers, industriels et municipaux.

Dans le cas de la présente étude, des conditions non confinées en régime permanent ont d'abord été utilisées pour la calibration préliminaire du modèle, puis des conditions en régime transitoire ont été appliquées afin de procéder aux simulations d'écoulement et à la détermination des aires de protection.

6.4 APPROCHE AVEC UN MILIEU POREUX ÉQUIVALENT

La modélisation numérique d'écoulement d'eau souterraine à travers un milieu poreux saturé simule généralement les mouvements de l'eau dans un milieu complètement saturé, tel que le sable et le gravier, lesquels ont des distributions prévues de porosité et de conductivité hydraulique.

Compte tenu de l'information disponible limitée sur le socle rocheux fracturé et la complexité de représenter numériquement un réseau de fractures aléatoires dans la partie sommitale du socle rocheux qui représente la partie inférieure de l'aquifère exploité, il est considéré que le comportement de cet horizon est équivalent à un milieu poreux. Les dimensions du modèle par rapport à la discrétisation de l'ensemble des fractures qui affectent l'horizon aquifère du socle rocheux exploité valident cette approche simplificatrice.

7 CONSTRUCTION DU MODÈLE D'ÉCOULEMENT

7.1 MODÈLE CONCEPTUEL

Le modèle conceptuel utilisé pour représenter le système hydrogéologique constitue une simplification de la réalité, tout en s'assurant de respecter le plus fidèlement possible les observations de terrain. L'utilisation d'un modèle conceptuel est nécessaire, notamment en raison de l'étendue du modèle qui couvre une superficie plus grande que l'aire d'étude, avec des secteurs où peu ou aucune donnée de terrain n'est disponible. Cette simplification est également nécessaire en raison de la complexité inhérente à la réalité géologique.

Les conditions de terrain des secteurs sans données ont été interpolées/extrapolées à partir des secteurs connus, des données du système d'information hydrogéologique (MELCCFP, 2023) et des données du PACES (Laurencelle et al., 2013). En modélisant un secteur plus grand, il est ainsi possible de s'assurer que les conditions appliquées aux limites du modèle n'influenceront pas significativement l'écoulement dans le secteur d'intérêt.

7.2 ÉTENDUE DU DOMAINE ET CONSTRUCTION DU MAILLAGE

7.2.1 DISCRÉTISATION HORIZONTALE DU MAILLAGE

La carte 9 présente la délimitation de la zone modélisée. Cette limite tient compte des limites des bassins versants, de partage des eaux et des plans d'eau à proximité. Les limites du modèle ont été établies au-delà de la limite du bassin versant de la rivière Yamaska au nord de la zone de pompage, afin de s'assurer qu'elle n'influence pas le tracé de l'aire d'alimentation. Les dimensions du modèle sont approximativement de 13,9 km dans l'axe nord/sud par 8,4 km dans l'axe est/ouest, avec une épaisseur totale maximale de 113 m. Le site modélisé couvre une superficie de 479 km² discrétisée via un maillage triangulaire 992 788 éléments et 514 683 nœuds. Cette triangulation s'appuie sur l'ensemble des points où une information est disponible. Ainsi, le maillage est affiné au niveau de la zone dans un rayon de 1 km des puits de pompage et du puits d'appoint, des cours d'eau et fossés et des sondages du système d'information hydrogéologique.

7.2.2 DÉFINITION DES DIFFÉRENTES COUCHES DU MODÈLE

Le modèle réalisé étant tridimensionnel, la topographie du site a été implémentée grâce aux données topographiques disponibles pour le site (MFFP, 2020). La discrétisation verticale des différents horizons est reproduite par l'interpolation de couches correspondant aux diverses unités définies dans le modèle conceptuel. La carte 10 montre d'ailleurs l'interpolation de l'épaisseur des dépôts meubles réalisée à partir des données de forages et de sondages du SIH disponibles (MELCCFP, 2023). Les éléments sont sous forme de prismes à base triangulaire. Le tableau 9 présente le nombre de couches définies pour chaque unité stratigraphique.

Tableau 9 Nombre de couches définies par unité hydrostratigraphique dans le modèle numérique

UNITÉ	NOMBRE DE COUCHES
Sédiments marins (argileux)	5
Sédiments indifférenciés (sable fin à moyen, till)	10
Gravier et sable (aquifère)	4
Roc fracturé (aquifère)	7
Roc fracturé	7
Roc sain	5

7.3 CONDITIONS LIMITES

Les conditions aux limites définissent les entrées et les sorties d'eau imposées au système. Elles permettent d'intégrer les relations existantes entre le système aquifère modélisé et les réseaux hydrographiques ou aquifères adjacents au système étudié. Ces relations peuvent être simulées par l'implémentation de conditions de charges hydrauliques et de flux connus ou supposés. Le choix des conditions aux limites est une étape cruciale de la modélisation puisqu'elles influencent considérablement les modalités d'écoulement du système.

Les conditions limites du modèle ont été attribuées selon le réseau hydrologique de l'ensemble de la zone modélisée. La carte 9 présente les vues en plan des conditions limites appliquées sur les couches supérieures du modèle.

7.3.1 CONDITIONS LIMITES EXTERNES

Les conditions limites externes ont été appliquées sur la couche supérieure et les couches subséquentes.

TYPE CHARGE CONSTANTE

Une condition limite de charge hydraulique constante impose une charge hydraulique à un nœud prédéfini. Au lieu de calculer la charge hydraulique durant une simulation, la charge hydraulique est imposée par la valeur de la condition aux limites. Cela peut conduire à une entrée d'eau dans le modèle lorsque les nœuds voisins ont un potentiel plus bas, ou à une sortie du modèle lorsqu'il existe un gradient des nœuds voisins vers la condition aux limites.

Des charges constantes égales à l'élévation du sol ont été appliquées pour les limites correspondant aux intersections avec des cours d'eau existants.

TYPE FLUX

FEFLOW attribue par défaut un flux nul à toute cellule se trouvant aux limites du domaine. Le long de lignes d'écoulement estimées, une limite de flux nul a été imposée plutôt qu'une charge hydraulique, en l'absence de cours d'eau.

7.3.2 CONDITIONS LIMITES INTERNES

Les conditions limites internes ont été appliquées sur la couche supérieure seulement.

TYPE CHARGE CONSTANTE

Des charges constantes égales à l'élévation ont été imposées à tous les nœuds des lacs principaux. Des charges constantes ont également été imposées dans certaines portions de cours d'eau considérés comme permanents selon les données du réseau hydrographique. Pour les cours d'eau, la charge correspond à l'élévation de la couche n° 1.

TYPE DRAIN

Des charges constantes de type drain ont été utilisées pour représenter la plupart des cours d'eau de surface pouvant être intermittents, des fossés et les zones d'émergence d'eau (milieux humides) à l'intérieur du domaine. Ces types de frontières permettent de simuler les sorties d'eau du système hydrogéologique.

Les élévations des nœuds de type drain au niveau des zones d'émergence ont été estimées en se basant sur la topographie et correspondent à l'élévation de la couche n° 1. Pour les cours d'eau, la charge correspond à l'élévation de la couche n° 1.

8 CALIBRATION DU MODÈLE D'ÉCOULEMENT

8.1 OBJECTIFS DE CALIBRATION

L'objectif de la calibration du modèle d'écoulement est d'ajuster les conditions et paramètres du modèle numérique afin qu'il permette de représenter adéquatement les niveaux d'eau souterraine observés dans les puits.

Pour des fins de simplifications de construction du modèle numérique, les conditions de l'eau souterraine observées et induites sont considérées comme étant statiques, même si une fluctuation naturelle de l'élévation de l'eau souterraine peut se produire en raison des conditions climatiques saisonnières. Par conséquent, la calibration du modèle a été réalisée en présumant que les élévations piézométriques mesurées le 13 mai 2019 sont représentatives du niveau statique de l'eau souterraine.

8.2 MÉTHODOLOGIE DE CALIBRATION

La calibration du modèle a été effectuée en utilisant une approche itérative où les paramètres d'entrée étaient modifiés manuellement et où les statistiques de calibration étaient évaluées et optimisées. La conductivité hydraulique et les valeurs de recharge furent les principaux paramètres du modèle ajustés pendant le processus de calibration, alors que les conditions aux limites internes ont également été ajustées.

Une comparaison des élévations simulées de l'eau souterraine avec les élévations mesurées en 2019 (cinq puits) a été effectuée.

L'évaluation des statistiques de calibration de la piézométrie prend en considération plusieurs composantes incluant : les valeurs résiduelles maximum et minimum, la moyenne résiduelle, la moyenne résiduelle absolue, la racine de l'erreur quadratique moyenne et la racine de l'erreur quadratique moyenne (à l'échelle ou normalisée RMS [NRMSE]). Les résidus sont calculés comme la différence entre les élévations simulées et observées de l'eau souterraine. Les valeurs cibles communément visées pour le NRMSE sont inférieures ou égales à 10 %.

8.3 RÉSULTATS DE LA CALIBRATION

8.3.1 CHARGES HYDRAULIQUES

La valeur d'élévation piézométrique mesurée à chaque puits a été comparée avec la valeur de charge hydraulique calculée au centre de la crépine d'un puits fictif situé à la même position dans le modèle numérique. Le tableau 10 présente les valeurs de charges hydrauliques observées et simulées à l'endroit des puits relevés en 2019. La carte 11 montre la piézométrie pour le modèle calibré avec ces valeurs piézométriques mesurées, alors que la figure 1 montre une coupe transversale orientée nord-sud passant par les trois puits de pompage et affichant l'élévation piézométrique et la distribution des charges.

Les statistiques de calibration, présentées au tableau 11, montrent que la calibration du modèle se trouve à l'intérieur de la plage de NRMSE acceptée par l'industrie, soit à 4,5 % (inférieure à 10 %) pour les données de 2019.

Tableau 10 Calibration des charges hydrauliques

NOM DU SONDAGE	UNITÉ CRÉPINÉE	ÉLÉVATION MI-CRÉPINÉ (m)	ÉLÉVATION PIÉZOMÉTRIQUE OBSERVÉE (m)	ÉLÉVATION PIÉZOMÉTRIQUE SIMULÉE (m)	DIFFÉRENCE ABSOLUE (m)
PE-01	Gravier et roc fracturé	48,60	54,38	54,31	0,07
PE-02		50,19	54,38	54,30	0,08
PZ-01 ¹		49,8	54,38	54,30	0,08
PZ-02 ¹		49,71	54,31	54,24	0,07
PE-03		45,75	52,92	52,91	0,01

¹ Le détail de l'aménagement et les profondeurs exactes de ces sondages ne sont pas disponibles, il a été assumé qu'ils sont aménagés dans l'aquifère de gravier et de roc fracturé.

Tableau 11 Statistiques de calibration (charges hydrauliques)

MESURE STATISTIQUE	UNITÉ	RÉSULTATS DU MODÈLE CALIBRÉ 2019
Nombre de points d'observation		5
Résidu maximum	m	-0,01
Résidu minimum	m	-0,08
Somme des résidus	m	-0,30
Somme des résidus absolus	m	0,30
Moyenne des résidus	m	-0,06
Moyenne absolue des résidus	m	0,06
Somme des résidus au carré	m ²	0,02
Écart type des résidus ou RMSE (root mean square of errors)	m	0,07
Plage des charges hydrauliques observées	m	1,47
Racine de l'erreur quadratique moyenne à l'échelle (Normalized RMS)	%	4,50

La figure 1 montre que la calibration des charges hydrauliques est satisfaisante.

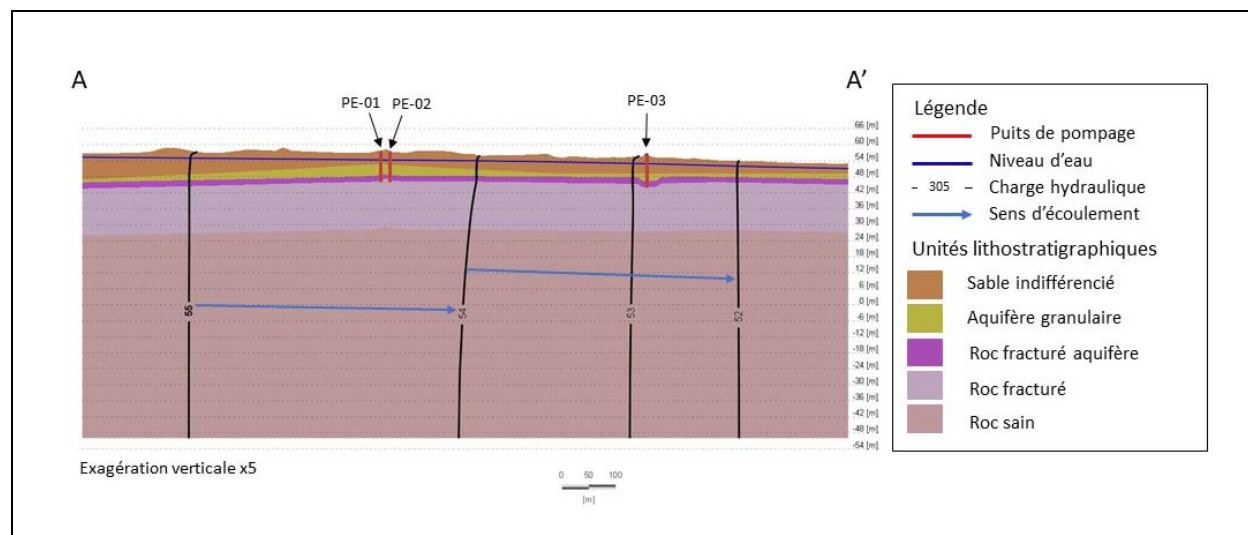


Figure 1 Coupe stratigraphique et distribution des charges hydrauliques calibrées

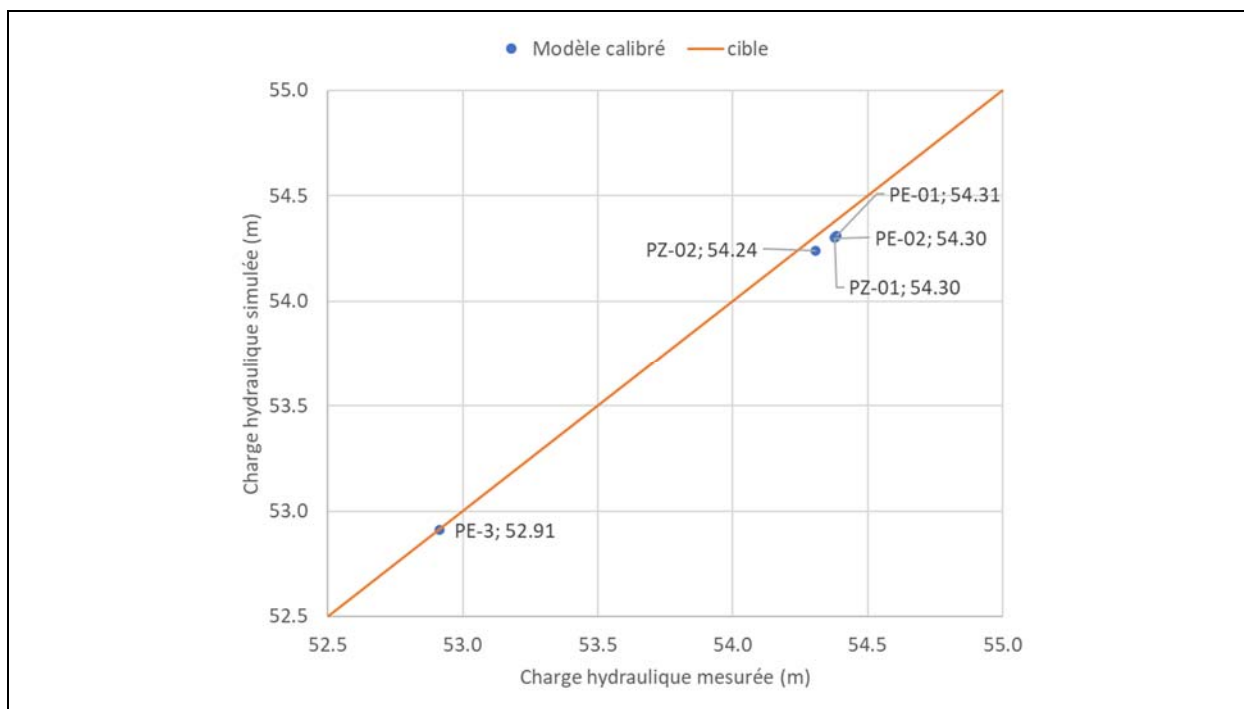


Figure 2 Résultat de la calibration des charges hydrauliques

8.3.2 BILAN HYDRIQUE

Le tableau 12 présente le bilan hydrique pour le modèle calibré d'écoulement de l'eau souterraine en régime quasi-permanent. L'écart indiqué au tableau 15 indique que le bilan de masse est équilibré dans le modèle calibré. Le différentiel de 0,47 % du bilan hydrique indique que le modèle est stabilisé, puisque le flux entrant excédentaire est négligeable comparativement au flux total.

Tableau 12 Bilan hydrique du modèle calibré

FLUX ENTRANT (m ³ /j)		FLUX SORTANT (m ³ /j)	
Charge constante	721	Charge constante	20 368
Recharge	19 743		
FLUX ENTRANT TOTAL	20 464	FLUX SORTANT TOTAL	20 367
		Flux sortant – Flux entrant	(97)
			-0,47 %

8.4 CONDITIONS FINALES DU MODÈLE CALBRÉ

8.4.1 CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE

Les valeurs de conductivité hydraulique des différentes unités du modèle ont été attribuées initialement en fonction des données présentées à la section 5.6. Les valeurs de conductivité hydraulique ont ensuite été ajustées durant la calibration du modèle, afin qu'elles reproduisent au mieux les données de charge hydraulique tout en ne s'écartant pas significativement des valeurs de conductivité mesurées.

La valeur calibrée de conductivité hydraulique pour les sédiments indifférenciés de surface (sable et till) est de 8×10^{-6} m/s, soit dans l'intervalle des données du PACES (Laurencelle et al., 2013).

La conductivité hydraulique calibrée de l'unité de sédiments marins argileux est de $1,0 \times 10^{-8}$ m/s, soit relativement près de la valeur moyenne attribuée à des valeurs d'argile dans la littérature.

La valeur calibrée de conductivité hydraulique pour l'aquifère granulaire est de $4,9 \times 10^{-4}$ m/s, soit près de la valeur minimale de l'intervalle des données mesurées pour cet aquifère dans les études antérieures. Il est à noter que le till retrouvé au-dessus du puits PE-03 a été considéré comme faisant partie de l'aquifère granulaire, afin de mieux calibrer le niveau d'eau simulé sur le niveau d'eau observé pour ce puits.

La conductivité hydraulique calibrée de l'unité de roc fracturé aquifère a été établie à 1×10^{-6} m/s.

Enfin, les données de conductivité hydraulique pour le roc fracturé sous l'aquifère ont été fixées essentiellement dans la partie superficielle de ce dernier, soit les premiers 15 m de roc. La conductivité hydraulique du roc superficiel est de $5,0 \times 10^{-7}$ m/s.

À plus grande profondeur, la valeur de roc a été établie à $8,0 \times 10^{-8}$ m/s. Bien qu'il soit généralement reconnu que la perméabilité du roc décroît exponentiellement avec la profondeur, les données disponibles sur le site ne permettent pas de préciser les paramètres de cette décroissance.

Le tableau 13 présente la distribution des valeurs de conductivités hydrauliques calibrées pour les unités définies.

Tableau 13 Conductivités hydrauliques des différentes unités hydrostratigraphiques

TYPE D'UNITÉ	DESCRIPTION DE L'UNITÉ LITHOSTRATIGRAPHIQUE	CONDUCTIVITÉS HYDRAULIQUES (M/S)			
		Calibrée	Minimum	Maximum	Moyenne
Unité 1	Dépôts marins (Argile/silt argileux)	$1,0 \times 10^{-8}$	S. O.	S. O.	S. O.
Unité 2	Sédiments indifférenciés de surface (Sable et till)	$8,0 \times 10^{-6}$	S. O.	S. O.	S. O.
	Gravier aquifère	$4,9 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$8,0 \times 10^{-4}$
Unité 3	Roc fracturé aquifère	$1,0 \times 10^{-6}$	S. O.	S. O.	S. O.
	Roc fracturé	$5,0 \times 10^{-7}$	S. O.	S. O.	S. O.
	Roc profond	$8,0 \times 10^{-8}$	S. O.	S. O.	S. O.

8.4.2 RECHARGE

La recharge, soit la quantité d'eau (flux) s'infiltrant dans les sols et/ou le roc jusqu'à la nappe d'eau souterraine, a été ajustée durant la calibration du modèle afin de développer une reproduction adéquate des niveaux d'eau souterraine observés.

La carte 12 illustre les zones de recharge. Les zones de recharge ont été simplifiées de manière à tenir compte de la position topographique et du type de dépôt de surface. Les zones de recharge se situent généralement dans les zones présentant des épaisseurs considérables de sable, comportant peu d'habitations et une topographie plane. Les zones de résurgence se situent au niveau des cours d'eau, des fossés, des lacs et des milieux humides.

Dans les secteurs déjà saturés en eau comme les rivières ou les lacs, la recharge est plus faible puisque l'eau s'accumule sur place et/ou s'écoule en surface, alors que dans les secteurs où une frange non saturée existe, la capacité d'infiltration est plus élevée.

8.5 ÉTUDE DE SENSIBILITÉ DES PARAMÈTRES

Une analyse de sensibilité a été effectuée afin d'étudier l'incertitude liée à la variation de certains paramètres du modèle. Les simulations suivantes ont été effectuées lors de l'analyse de sensibilité :

- **SS1**: augmentation de la conductivité hydraulique de l'aquifère granulaire par un facteur 2 ($9,0 \times 10^{-4}$ m/s);
- **SS2** : diminution de la conductivité hydraulique de l'aquifère granulaire par un facteur 2 ($2,45 \times 10^{-4}$ m/s);
- **SS3**: augmentation de la conductivité hydraulique de l'aquifère rocheux par un facteur 4 ($4,0 \times 10^{-6}$ m/s);
- **SS4** : diminution de la conductivité hydraulique de l'aquifère rocheux par un facteur 2 ($5,0 \times 10^{-7}$ m/s);
- **SS5** : augmentation de la conductivité hydraulique des dépôts au-dessus de l'aquifère par un facteur 2 ($1,6 \times 10^{-5}$ m/s);
- **SS6** : Réduction de la conductivité hydraulique des dépôts au-dessus de l'aquifère par un facteur 2 ($4,0 \times 10^{-6}$ m/s);
- **SS7** : augmentation de 20 % des valeurs de recharge;
- **SS8**: diminution de 20 % des valeurs de recharge.

Les résultats de l'analyse de sensibilité relatifs aux charges hydrauliques simulées sont présentés au tableau 14. Les NRMSE sont également indiqués au tableau 14 pour chacune des simulations effectuées afin de pouvoir juger de la qualité de la calibration.

Il faut d'abord noter que la faible valeur de la plage d'observation et du nombre de puits suppose que toute modification aux paramètres du modèle entraînera une forte variation de la racine de l'erreur quadratique moyenne. Néanmoins, certains paramètres ont entraîné de plus fortes modifications aux résultats des simulations.

La variation (augmentation ou réduction) de la conductivité de l'aquifère granulaire entraîne des modifications de l'ordre de 1 m dans les charges hydrauliques simulées par rapport au modèle calibré. La variation de la conductivité de l'aquifère rocheux a peu d'impact sur les valeurs de charges hydrauliques simulées aux puits.

L'augmentation de la conductivité des dépôts au-dessus de l'aquifère a pour effet de diminuer les charges, triplant au minimum les différences entre les charges observées et les charges simulées.

À l'inverse, la réduction de la conductivité de ces dépôts augmente les charges pour chacun des puits, doublant la différence entre les charges observées et simulées.

Les variations de la recharge ont un effet sur la variation des charges hydrauliques, avec une influence un peu plus marquée pour le puits PE-03. La réduction de la recharge a un effet plus important que son augmentation sur les variations de charges hydrauliques.

Tableau 14 Analyse de sensibilité sur les charges hydrauliques

NOM DU SONDAGE	ÉLÉVATION PIÉZOMÉTRIQUE OBSERVÉE (m)	ÉCARTS DE CHARGES HYDRAULIQUES (MESURÉES – SIMULÉES)								
		Modèle calibré	SS1	SS2	SS3	SS4	SS5	SS6	SS7	SS8
PE-01	54,38	-0,07	-0,07	-0,99	1,28	-0,08	-0,31	0,20	0,37	-0,52
PE-02	54,38	-0,08	-0,08	-1,00	1,27	-0,09	-0,31	0,20	0,37	-0,52
PZ-01	54,38	-0,08	-0,08	-1,00	1,27	-0,09	-0,31	0,20	0,37	-0,52
PZ-02	54,31	-0,07	-0,07	-0,97	1,23	-0,08	-0,31	0,20	0,36	-0,51
PE-03	52,92	-0,01	-0,01	-0,63	0,83	-0,01	-0,14	0,20	0,30	-0,28
NRMSE		4,50	63,23	80,95	5,11	3,90	19,31	13,75	24,18	32,61

9 RÉSULTATS DES SIMULATIONS NUMÉRIQUES

9.1 AIRES DE PROTECTION

Les aires de protection ont été délimitées à partir du modèle calibré en régime transitoire. L'aire de protection immédiate a été délimitée en imposant un rayon de 30 m respectivement autour de chaque installation de prélèvement (puits de pompage et puits d'appoint). En retraçant le parcours des particules pour différents pas de temps dans le modèle numérique, les aires de protection peuvent être établies en retraçant la provenance de celles-ci en fonction du temps ou de l'aire d'alimentation (200 jours, 550 jours et l'aire d'alimentation totale des points sélectionnés). Le débit de pompage pour tracer les aires repose sur les valeurs moyennes annuelles de débit de l'année 2022.

Les aires ont été tracées conjointement pour les trois puits de pompage, en considérant aussi le nouveau puits PE-4, même si ce puits n'est pas aménagé ni en fonction pour le moment. Une première délimitation a été réalisée pour le cas où les puits PE-01 et PE-02 sont pompés respectivement à des taux de 168,56 m³/jour et 101,16 m³/jour, en plus du puits PE-03 pompé à 128,55 m³/jour.

Une deuxième délimitation a été réalisée pour le cas où les puits non aménagés PE-04 et PE-02 sont pompés respectivement à des taux de 168,56 m³/jour et 101,16 m³/jour, en plus du puits PE-03 pompé à 128,55 m³/jour. Il a été assumé, pour cette simulation, que le puits STA-21-01 serait aménagé jusqu'à 11,4 m de profondeur avec une crépine de 5 m de longueur.

La carte 13 présente l'étendue de l'aire brute d'alimentation 200 jours et de l'aire brute d'alimentation 550 jours combinée pour ces deux scénarios, alors que la carte 14 présente l'aire brute d'alimentation totale du site de prélèvement. Les aires de protection ont été réalisées à partir de ces aires brutes d'alimentation en eau, et sont présentées respectivement à la carte 15 pour les aires immédiate, intermédiaires bactériologiques et virologiques, ainsi qu'à la carte 16 pour l'aire de protection éloignée.

9.2 ANALYSE DE SENSIBILITÉ ET LIMITATIONS DE LA DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION

Les mêmes scénarios de sensibilité que ceux présentés à la section 8.5 ont été appliqués pour vérifier la sensibilité de la géométrie et de la localisation des aires de protection selon la variation des paramètres physiques.

Une augmentation de la conductivité hydraulique de l'aquifère granulaire a pour effet d'agrandir légèrement de 50 m la limite nord-est de l'aire de protection intermédiaire virologique et de 30 m l'aire de protection bactériologique. Le même impact est observé sur l'aire de protection éloignée à raison d'une distance de 150 m. La diminution de la conductivité hydraulique de l'aquifère granulaire réduit légèrement, soit de l'ordre de 40 m en moyenne, les périmètres des aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique. En ce qui a trait à l'aire de protection éloignée, cette dernière est réduite de l'ordre de 650 m au nord, mais est légèrement décalée de 50 m au sud.

L'augmentation de la conductivité hydraulique de l'aquifère rocheux n'a que très peu d'impact sur le périmètre des aires de protection intermédiaires et éloignées. La diminution de la conductivité hydraulique de l'aquifère rocheux ne réduit que de 300 m le périmètre au nord de l'aire de protection éloignée et n'a pas d'impact sur les périmètres des aires de protection intermédiaires.

L'augmentation de la conductivité hydraulique des dépôts de surface au-dessus de l'aquifère a très peu d'impact sur les périmètres des aires de protection intermédiaires et éloignée. La diminution de la conductivité hydraulique des dépôts de surface au-dessus de l'aquifère ne réduit que de 300 m le périmètre au nord de l'aire de protection éloignée et n'a pas d'impact sur les périmètres des aires de protection intermédiaires.

L'augmentation de la recharge de 20 % par rapport aux valeurs fixées dans le modèle calibré a comme effet de réduire l'aire de protection éloignée de 550 m au nord, mais n'a que très peu d'impact sur les périmètres des aires de protection intermédiaires. La diminution de la recharge a pour effet de réduire légèrement (30 m) l'aire de protection intermédiaire bactériologique et virologique et d'augmenter légèrement l'aire de protection éloignée.

10 DÉTERMINATION DE L'INDICE DRASTIC

10.1 MÉTHODOLOGIE

L'indice de vulnérabilité DRASTIC des eaux souterraines reflète le niveau de risque de contamination de l'eau souterraine sur la base des propriétés hydrogéologiques. Cette méthode d'évaluation a été développée par l'Agence américaine de protection de l'environnement (*Environmental Protection Agency - EPA*). La méthode DRASTIC repose sur trois hypothèses de base : 1) les sources de contamination sont localisées à la surface du sol; 2) les contaminants migrent depuis la surface du sol jusqu'au milieu aquifère par les eaux d'infiltration; et 3) les contaminants ont la même mobilité que l'eau.

La méthode en soi consiste à assigner un poids (1 à 5) et une pondération (1 à 10) à chacun des paramètres physiques de ce modèle. Un paramètre prépondérant a un poids de 5, alors qu'un paramètre ayant moins d'impact sur l'atténuation et le transport de la contamination a un poids de 1. Les paramètres sont énoncés ci-dessous :

- D : Profondeur de la nappe phréatique (*depth of water*);
- R : Taux de recharge annuelle (*recharge*);
- A : Milieu aquifère qui alimente le puits (*aquifer media*);
- S : Milieu pédologique (sol) au-dessus de l'aquifère (*soil media*);
- T : Topographie environnante (*topography*);
- I : Impact de la zone non saturée sur l'aquifère (*impact of vadose zone*);
- C : Conductivité hydraulique du milieu aquifère (*hydraulic conductivity*);

Ainsi, l'indice DRASTIC propre à chaque aire de protection est obtenu à partir de l'équation suivante :

$$\text{Indice DRASTIC} = D_c D_p + R_c R_p + A_c A_p + S_c S_p + T_c T_p + I_c I_p + C_c C_p$$

Où :

- « C » est la cote
- « P » est la pondération ou le poids.

Les informations recueillies pour la réalisation du modèle ont été utilisées pour déterminer l'indice de vulnérabilité DRASTIC de chacune des aires de protection. Dans chacun des cas, la valeur la plus élevée identifiée dans l'aire de protection a été sélectionnée pour établir la cote pour chaque paramètre physique, afin de donner le portrait exact de l'indice le plus élevé sur une quelconque partie de l'aire, comme recommandé dans le guide du MELCCFP (MELCC, 2019a).

10.2 RÉSULTATS

Les tableaux 15 à 18 montrent les valeurs utilisées pour le calcul de l'indice DRASTIC pour chacune des aires de protection délimitée. L'indice DRASTIC résultant est présenté au bas de chacun des tableaux.

Tableau 15 Analyse DRASTIC aire de protection immédiate

PARAMÈTRES PHYSIQUES	VALEUR	POIDS	COTE	SOUS-TOTAL
D – Profondeur de la nappe	Entre 2,0 et 5,0 m	5	9	45
R – Recharge de la nappe	Environ 160 mm/an	4	6	24
A – Milieu aquifère	Gravier / roc fracturé	3	8	24
S – Pédologie (sol)	Sable fin à moyen	2	9	18
T – Topographie	Pente entre 0 et 2 %	1	10	10
I – Zone vadose	Sable fin à moyen	5	7	35
C – Conductivité hydraulique	Environ 42,3 m/j	3	8	24
			Indice	180

Tableau 16 Analyse DRASTIC aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours)

PARAMÈTRES PHYSIQUES	VALEUR	POIDS	COTE	SOUS-TOTAL
D – Profondeur de la nappe	Entre 0 et 5 m	5	10	50
R – Recharge de la nappe	Environ 160 mm/an	4	6	24
A – Milieu aquifère	Gravier / roc fracturé	3	8	24
S – Pédologie (sol)	Sable fin à moyen	2	9	18
T – Topographie	Pente entre 0 et 2 %	1	10	10
I – Zone vadose	Sable fin à moyen	5	7	35
C – Conductivité hydraulique	Environ 42,3 m/j	3	8	24
			Indice	185

Tableau 17 Analyse DRASTIC aire de protection intermédiaire virologique (550 jours)

PARAMÈTRES PHYSIQUES	VALEUR	POIDS	COTE	SOUS-TOTAL
D – Profondeur de la nappe	Entre 0 et 5 m	5	10	50
R – Recharge de la nappe	Environ 160 mm/an	4	6	24
A – Milieu aquifère	Gravier / roc fracturé	3	8	24
S – Pédologie (sol)	Sable fin à moyen	2	9	18
T – Topographie	Pente entre 0 et 2 %	1	10	10
I – Zone vadose	Sable fin à moyen	5	7	35
C – Conductivité hydraulique	Environ 42,3 m/j	3	8	24
			Indice	185

Tableau 18 Analyse DRASTIC aire de protection éloignée

PARAMÈTRES PHYSIQUES	VALEUR	POIDS	COTE	SOUS-TOTAL
D – Profondeur de la nappe	Entre 0 et 5 m	5	10	50
R – Recharge de la nappe	Environ 160 mm/an	4	6	24
A – Milieu aquifère	Gravier	3	8	24
S – Pédologie (sol)	Sable fin à moyen	2	9	18
T – Topographie	Pente entre 0 et 2 %	1	10	10
I – Zone vadose	Sable fin à moyen	5	7	35
C – Conductivité hydraulique	Environ 42,3 m/j	3	8	24
			Indice	185

Selon les propriétés hydrogéologiques du site, un indice de vulnérabilité de l'eau souterraine de 180 pour l'aire immédiate a été évalué, ce qui équivaut à un degré de vulnérabilité **élevé** selon l'indice DRASTIC (article 53 du RPEP, Québec, MELCC, 2019a). Un indice de vulnérabilité de l'eau souterraine de 185 a été évalué pour l'aire intermédiaire bactériologique ainsi que pour l'aire intermédiaire virologique et pour l'aire éloignée. Les aires de protection intermédiaire bactériologique, virologique et éloignée présentent donc des degrés de vulnérabilité **élevés** selon l'indice DRASTIC (article 53 du RPEP, Québec, MELCC, 2019a). La carte 17 illustre la valeur des indices DRASTIC dans les aires de protection des ouvrages de captage.

10.3 RECOMMANDATIONS EN FONCTION DES AIRES ET DE LEUR INDICE DE VULNÉRABILITÉ DRASTIC

Les niveaux de vulnérabilité établis grâce aux recommandations du Guide des aires de protection (MELCC, 2019a) quant à l'indice DRASTIC sont présentés à la carte 17. Au niveau des recommandations effectuées, l'occupation du territoire et les activités autorisées dans chacune des aires doivent être conformes au RPEP (Gouvernement du Québec, 2020a). Pour l'aire immédiate, les articles 55 et 56 du RPEP (Gouvernement du Québec, 2022a) doivent être appliqués quant à l'identification de l'aire et l'interdiction d'activités à risque. Les articles 57 à 64 (Gouvernement du Québec, 2022a) doivent être appliqués considérant que l'indice de vulnérabilité des aires intermédiaires bactériologiques et virologiques sont élevés. Pour l'aire de protection éloignée, les articles 65 et 66 du RPEP (Gouvernement du Québec, 2022a) doivent être appliqués considérant que son indice de vulnérabilité est élevé. Considérant que l'aire de protection intermédiaire virologique empiète sur quelques terres agricoles et considérant son niveau de vulnérabilité (élevé), une attention particulière devra être portée quant aux interdictions et restrictions à appliquer dans cette zone.

11 DISCUSSION ET LIMITATIONS

11.1 QUALITÉ DES RÉSULTATS

11.1.1 QUALITÉ DES DONNÉES D'ENTRÉE UTILISÉES

Le tableau 19 rappelle les variables utilisées pour la construction du modèle (section 6.2) et sa calibration.

Tableau 19 Paramètres d'entrée utilisés et calibrés dans le calcul des aires de protection

DONNÉES	VALEUR RETENUE POUR LA CONSTRUCTION DU MODÈLE	VARIABILITÉ	INCERTITUDE	SOURCES
Débit journalier moyen d'exploitation (m ³ /jour)	398,27	0 à 954	Moyenne	St-Alexandre (2023)
Topographie	Modèle numérique de terrain (MNT)	(1 m d'élévation)	Moyenne	MRNF, 2023
Élévation des sondages dont la piézométrie a été relevée	Élévation arpentée (consulter le tableau 7) et élévation du modèle numérique de terrain (MNT)	(0,05 m pour l'arpentage) (1 m d'élévation pour le MNT)	Faible à moyenne	Arpentage des sondages sous la supervision de Golder en mars 2021 MRN, 2023
Élévation piézométrique	Élévation piézométrique mesurée sur le terrain	(0,1)	Faible	Golder, 2019 Akifer, 2021
Conductivité hydraulique du gravier/roc fracturé (aquifère) (m/s)	[1 x 10 ⁻⁶ , 5 x 10 ⁻⁴]	1 x 10 ⁻⁷ à 1 x 10 ⁻³	Faible	Golder (2010, 2012); Akifer (2021)
Conductivité hydraulique du till/sédiments indifférenciés (m/s)	[1,4 x 10 ⁻⁸ , 3,5 x 10 ⁻⁵]	1,4 x 10 ⁻⁸ à 3,5 x 10 ⁻⁵	Moyenne	PACES (Laurencelle et al., 2013)
Épaisseur de l'aquifère granulaire locale (m)	[2,7, 4]	2,7 à 4	Faible	Rapports de forage (Golder, 2012; Akifer, 2021)
Continuité de l'aquifère	Semi-continu	N/D	Élevée	Données du SIH (MELCCFP, 2023)
Porosité du sable	0,25	0,2 à 0,35	Élevée	Littérature
Gradient hydraulique horizontal de l'aquifère	0,001	N/D	Élevée	Littérature
Précipitations totales moyennes annuelles (mm/a)	624	624 à 1200	Moyenne	Environnement Canada (2023)
Températures	Températures mesurées de 2019, 2021 et 2022 (consulter le tableau 3)	N/D	Moyenne	Environnement Canada (2023)

N/D : Non défini

Le détail sur l'aménagement et la stratigraphie pour les différents puits de pompage viennent cependant préciser l'épaisseur de cet aquifère, permettant de garder un certain niveau de confiance sur son épaisseur locale, dans les aires de protection immédiate.

Des valeurs tirées de la littérature ont été utilisées pour les conductivités hydrauliques du sable, de l'argile et du roc.

11.1.2 ÉTUDE DE SENSIBILITÉ DES PARAMÈTRES D'ENTRÉE

L'étude de sensibilité détaillée des paramètres d'entrée a été présentée pour le modèle hydrogéologique à la section 8.5 et pour les aires de protection à la section 9.2. Des statistiques simples ont été présentées à la section 8.5 et une analyse qualitative sur la forme et l'étendue des aires de protection est élaborée à la section 9.2.

11.1.3 LIMITATIONS ET MISE EN PERSPECTIVE DES RÉSULTATS OBTENUS

Des limitations doivent être considérées quant à la méthode d'approche de délimitation des aires de protection. La modélisation a été sélectionnée comme approche de détermination des aires de protection compte tenu du degré de complexité du système aquifère, de l'incertitude sur certaines données d'entrées et des enjeux de protection. En effet, un modèle numérique utilise des lois scientifiques et des hypothèses dictées par le jugement professionnel pour intégrer les données disponibles à l'intérieur d'une représentation mathématique conceptualisant les caractéristiques essentielles d'un système hydrogéologique existant. Bien qu'un modèle numérique ne puisse représenter toute la réalité détaillée d'un système hydrogéologique existant, un modèle numérique valide est un outil capable d'en simuler de façon raisonnable le comportement sous diverses contraintes et conditions. La validité du modèle ainsi que sa précision dépendent de la quantité, de la qualité et de la distribution des données disponibles, de même que de la complexité du contexte géologique, la géochimie du milieu et la nature des composés dissous. Ainsi, chaque modélisation hydrogéologique est une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Le modèle décrit dans ce rapport ne fait pas exception.

Les travaux de modélisation hydrogéologique effectués par WSP et décrits dans ce rapport furent réalisés conformément aux règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées au moment de leur réalisation. À moins d'avis contraire, les résultats de travaux antérieurs ou simultanés, provenant d'autres sources que WSP, cités et/ou utilisés dans ce rapport furent considérés comme ayant été obtenus en respectant les règles et pratiques professionnelles reconnues et acceptées et, conséquemment, comme étant valides. Le bilan hydrique (bilan de masse) présenté à la section 8.3.2 montre que le modèle calibré assure une fiabilité entre le résultat de l'aire d'alimentation et la recharge imposée. Les variations de recharge dans le cadre des analyses de sensibilité ont montré que la calibration est influencée par la variation de la recharge et que le modèle calibré adopté permet l'atteinte de la meilleure calibration compte tenu des informations disponibles. Ce modèle constitue un outil scientifique de prédiction permettant d'estimer la dynamique d'écoulement d'eau souterraine d'un système hydrogéologique existant et d'estimer la géométrie des aires de protection associées à un prélèvement d'eau souterraine donné. Le modèle propose un outil pour orienter un processus décisionnel quant aux mesures de protection à adopter en fonction de la vulnérabilité de ces aires. Cependant, la précision du modèle demeure liée à l'incertitude normale inhérente aux travaux de modélisation hydrogéologique et, même si une attention professionnelle a été apportée lors de sa construction et des simulations, aucune garantie directe ou indirecte n'est donnée.

11.1.4 ANALYSE DES CONSÉQUENCES POTENTIELLES DE L'INCERTITUDE

Une incertitude potentielle, de faible risque mais tout de même possible, subsiste sur les épaisseurs et la continuité de l'aquifère granulaire en dehors des secteurs Grande-Ligne et l'Écuyer.

Si l'aquifère n'était pas aussi continu sur la zone couverte par les aires de protection présentées dans ce rapport, l'allure de ces aires serait potentiellement différente. Par exemple, elles pourraient être de forme plus large, vers l'est et l'ouest et moins étendue vers le nord.

11.2 DISCUSSION SUR LA PÉRENNITÉ DES RÉSULTATS FACE AUX CHANGEMENTS DES CONDITIONS DANS LE TEMPS

11.2.1 CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Les changements climatiques sur une échelle de 30 ans pourraient causer des augmentations de l'occurrence d'événements extrêmes de précipitations et une recharge accrue sur le système. La direction d'écoulement dans le secteur du puits pourrait varier et ainsi modifier la géométrie ou la localisation des aires de protection délimitées dans le cadre de ce rapport.

11.2.2 CHANGEMENTS DÉMOGRAPHIQUES ET D'OCCUPATION DU TERRITOIRE

Des changements démographiques pourraient venir modifier l'allure des aires présentées dans le cadre de ce rapport. Bien qu'après consultation de la Municipalité, aucun changement de zonage en amont de la zone du puits (et donc dans le secteur des aires intermédiaires,) ne soit prévu pour les prochaines années, des futurs plans de changement d'occupation du sol devront prendre en considération le tracé actuel des aires et l'impact potentiel de changements de zonage. En effet, si des changements d'occupation de sol étaient à prévoir, par exemple pour un développement résidentiel, l'imperméabilisation des sols pourrait entraîner une diminution de la recharge et ainsi provoquer une modification de l'orientation ou de la délimitation des aires de protection.

12 CONCLUSION

WSP a été mandatée par la Municipalité afin de réaliser l'étude hydrogéologique pour évaluer le besoin de réviser la délimitation des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC de la Municipalité et, le cas échéant, effectuer cette révision. Les données consultées ont permis d'établir la qualité et la quantité d'informations disponibles pour le site ainsi que d'évaluer le niveau de complexité du système aquifère. Le système a été qualifié de complexe et, considérant les enjeux de protection considérables, une révision des aires de protection et de l'indice de vulnérabilité DRASTIC a été proposée. Pour y parvenir, dans le respect des recommandations du Guide du MELCCFP (MELCC, 2019), un modèle hydrogéologique couvrant la superficie de plusieurs bassins versants en amont du site de prélèvement a été construit et calibré en se fiant au relevé piézométrique effectué dans le secteur des puits de prélèvement en 2019 lors de l'arrêt des pompes préalablement à un essai de pompage.

Les aires de protection ont été déterminées à partir du modèle calibré à un taux de pompage total de 398,27 m³/jour, soit la valeur de débit annuel moyen de l'année 2022. Cette valeur a été sélectionnée, car bien qu'elle soit en dessous de la limite autorisée, elle constitue une valeur moyenne de débit représentative de la dernière année pour laquelle des données sont disponibles. Il s'agit donc d'une valeur permettant d'éviter une surprotection de l'aquifère, tout en demeurant réaliste par rapport aux besoins de la Municipalité, qui ne vise pas plus de 10 raccordements par année pour les cinq prochaines années.

Les niveaux de vulnérabilité ont été établis grâce aux recommandations du Guide (MELCC, 2019) pour l'indice DRASTIC. Ainsi, le niveau de vulnérabilité de l'aire de protection immédiate a été établi à élevé (DRASTIC = 180), alors que pour toutes les autres aires de protection, le niveau de vulnérabilité a été établi comme élevé également (indice DRASTIC = 185).

13 RECOMMANDATIONS

L'occupation du territoire et les activités autorisées dans chacune des aires doivent être conformes au RPEP (Gouvernement du Québec, 2022a). Pour l'aire de protection immédiate, les articles 55 et 56 du RPEP (Québec, 2020) doivent être appliqués quant à l'identification de l'aire et l'interdiction d'activités à risque. Les articles 57 à 64 (Québec, 2020) doivent être appliqués considérant que l'indice de vulnérabilité des aires intermédiaires bactériologiques et virologiques sont élevés. Pour l'aire de protection éloignée, les articles 65 et 66 du RPEP (Québec, 2020) doivent être appliqués considérant que son indice de vulnérabilité est élevé. Considérant que l'aire de protection intermédiaire virologique empiète sur quelques terres agricoles et considérant son niveau de vulnérabilité (élevé), une attention particulière devra être portée quant aux interdictions et restrictions à appliquer dans cette zone.

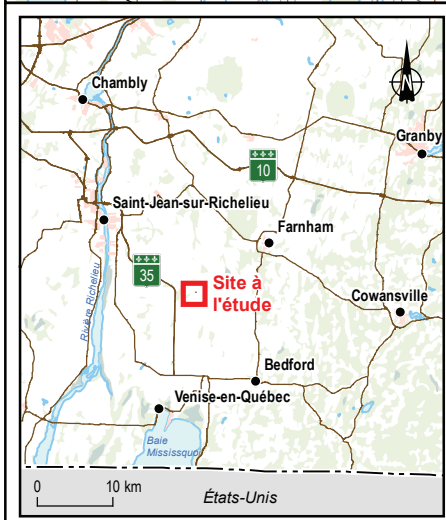
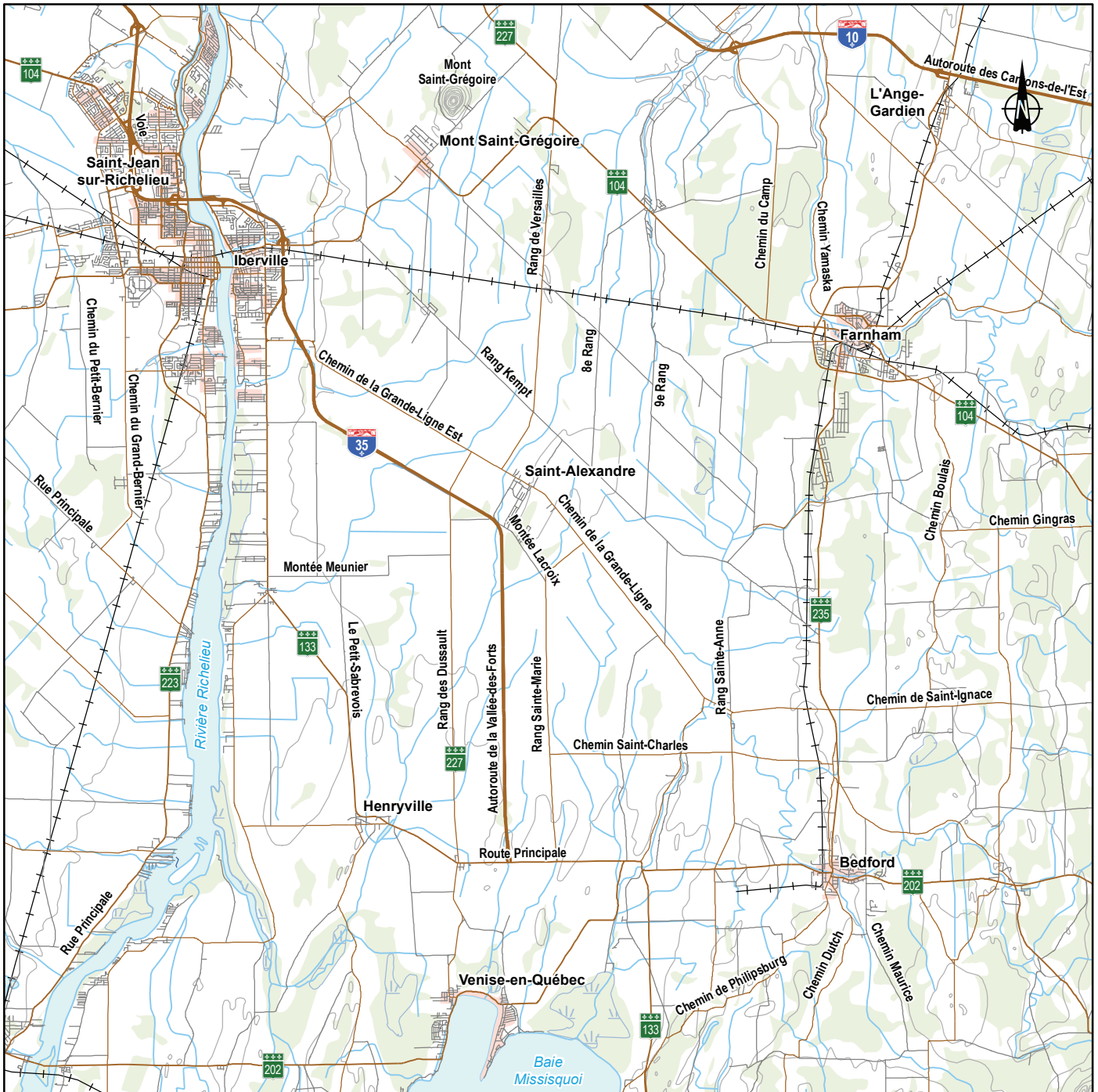
Une attention particulière doit être portée par rapport aux résultats obtenus. Le modèle hydrogéologique conçu représente une simplification d'un système réel et les résultats obtenus doivent donc être interprétés et utilisés avec précaution et discernement. Les incertitudes relevées dans le cadre de cette étude et leurs conséquences potentielles sur la délimitation des aires de protection et la détermination de leur indice de vulnérabilité doivent être prises en compte dans les processus décisionnels quant à l'élaboration de plans d'aménagements et de politiques d'utilisation de ces zones. De plus, des modifications importantes au régime de précipitations, potentiellement induites par les changements climatiques, pourraient modifier la délimitation des aires de protection. Une augmentation significative du débit de pompage lié à des changements démographiques au-dessus de ceux anticipés par la Municipalité entraînant des débits de pompage supérieur à l'autorisation de prélèvement, par exemple, pourrait également avoir un impact significatif sur la délimitation des aires de protection. Finalement, des changements significatifs à l'aménagement, de l'occupation et de l'utilisation du territoire en amont de la zone de prélèvement pourraient également entraîner des besoins de révisions de la délimitation des aires de protection présentée dans ce rapport.









RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AKIFER (2021). *Rapport Hydrogéologique - Construction d'un puits d'appoint*. Rapport produit pour la municipalité de St-Alexandre. no. ref.. 21234-101. 11p. et annexes.
- CARRIER, M.-A., LEFEBVRE, R., RIVARD, C., PARENT, M., BALLARD, J.-M., BENOIT, N., VIGNEAULT, H., BEAUDRY, C., MALET, X., LAURENCELLE, M., GOSSELIN, J.-S., LADEVÈZE, P., THÉRIAULT, R., BEAUDIN, I., MICHAUD, A., PUGIN, A., MORIN, R., CROW, H., GLOAGUEN, E., BLESER, J., MARTIN, A., LAVOIE, D. (2013) *Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada*. Projet réalisé conjointement par l'INRS, la CGC, l'OBV Yamaska et l'IRDA dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, rapport final INRS R1433, soumis en juin 2013. 283 p. et annexes.
- GOLDER (2010). *Étude hydrogéologique aux puits de la Grande-Ligne et L'écuyer – Municipalité de St-Alexandre*, Québec. Rapport produit pour la municipalité de St-Alexandre. no. ref. 001-10-1223-0042-Rev0. 17 p. et annexes.
- GOLDER (2011). Aires de protection et indice de vulnérabilité de la nappe d'eau souterraine exploitée par les 3 puits de captage de la municipalité de St-Alexandre. Rapport produit pour la municipalité de St-Alexandre. no. ref. 002-11-1223-0042-Rev0. 8p. et annexes.
- Golder (2012). *Étude hydrogéologique aux puits de la Grande-Ligne et L'Écuyer – Municipalité de St-Alexandre*. Rapport produit pour la Municipalité de St-Alexandre. no. ref .001-10-1223-0042. 17p. et annexes
- MELCC (2017). Bassins hydro. 20k et 50k niveaux 1 à 8. Ministère de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/bassins-hydrographiques-multi-echelles-du-quebec> , consulté le 23 février 2023.
- MELCC (2018). *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec*. 2018. 189 pages. [En ligne]. <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf>. Consulté le 23 mars 2020.
- MELCC (2019a). Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC – Guide technique, 2019. 86 pages. [En ligne]. www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastringuide.pdf, consulté le 23 mars 2020.
- MELCC (2019b). Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés. Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 219 p. et annexes.
- MELCCFP (2023). *Système d'information hydrogéologique*. <http://www.sih.mddep.gouv.qc.ca/index.html>, consulté le 20 février 2023
- MRNF (2023). Modèle numérique de terrain provenant des données LIDAR du MRNF. Données téléchargées pour les feuillets 31H0NE et 31H06SE, consulté le 24 février 2023.
- MTMD (2023). *Site d'investigation géotechnique – jeu de données*. Ministère des Transports et de la mobilité durable. <https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/site-d-investigation-geotechnique>, consulté le 20 février 2023.

- Municipalité de Saint-Alexandre (2020). Plan d'urbanisme # 20-365 – Plan 3 – La zone agricole et ses particularités. <http://www.saint-alexandre.ca/services/urbanisme-permis/plans-reglements-urbanisme/>, consulté le 21 février 2023.
- Gouvernement du Québec (2022a). Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection. Chapitre q-2, r. 35. 2 Publications Québec. <https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2035.2>, consulté le 20 février 2023.
- Gouvernement du Québec (2022b). *Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains*. Chapitre q-2, r. 37. Publication Québec.
<https://www.legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/Q-2,%20r.%2037>, consulté le 20 février 2023.
- SIGÉOM. 2020. Carte interactive. http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCarteIntr. Consulté le 28 mars 2020, pour la carte des zones morpho-sédimentologiques, la carte de la géologie régionale et la carte des tourbières.
- SNC-Lavalin (2017). *Caractérisation Environnementale complémentaire – Club de tir Josée à Saint-Alexandre*. Rapport produit pour la municipalité de Saint-Alexandre. no. ref. 637990, rap-1. 19p. et annexes.
- TetraTech (2017). Étude préliminaire – Agrandissement du réservoir d'eau potable – Municipalité de Saint-Alexandre. Ref. 32717TT. Préparé pour la Municipalité de St-Alexandre. 5p. et annexes

CARTES



-  Route principale
-  Route secondaire
-  Chemin de fer
-  Cours d'eau
-  Étendue d'eau
-  Milieu humide
-  Boisé
-  Agglomération

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 1
Localisation du secteur à l'échelle régionale

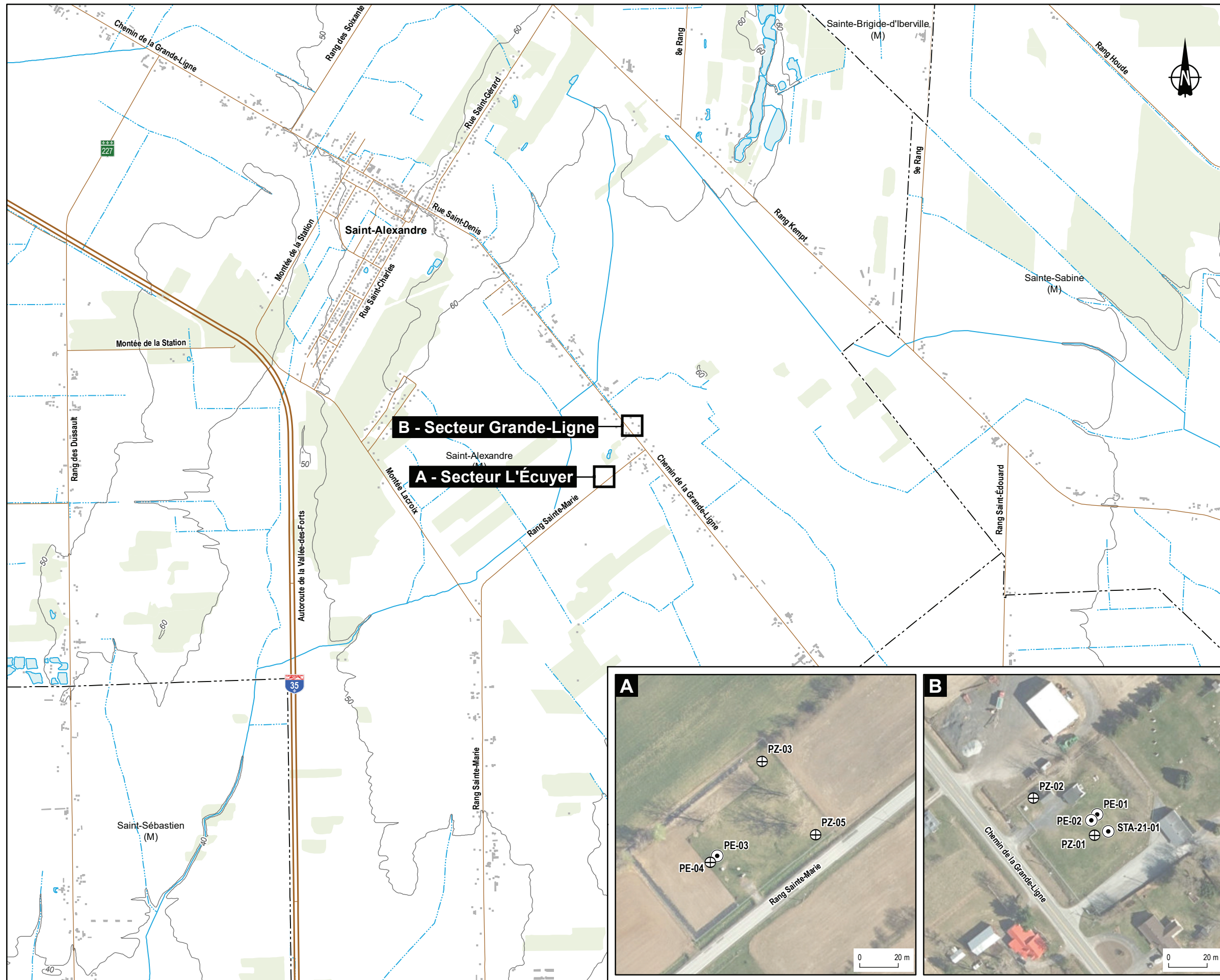
Sources :
AQRéseau+, réseau routier, MRN, 2019
BNDT, 1/250 000, MRN, 2002

0 2 4 km
MTM, fuseau 8, NAD83

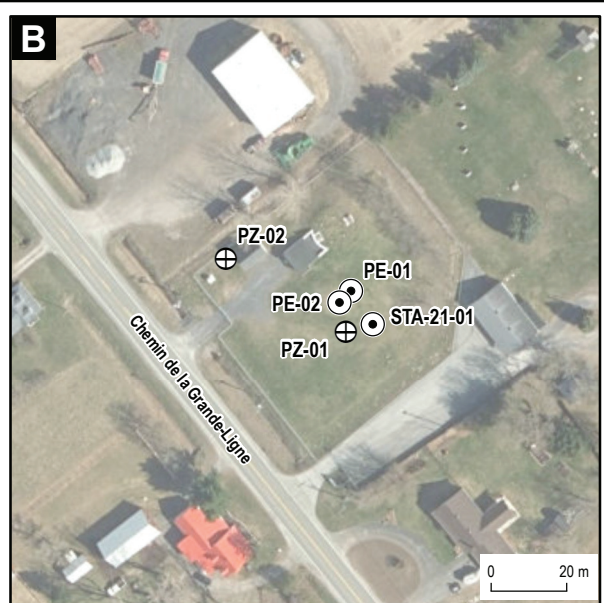
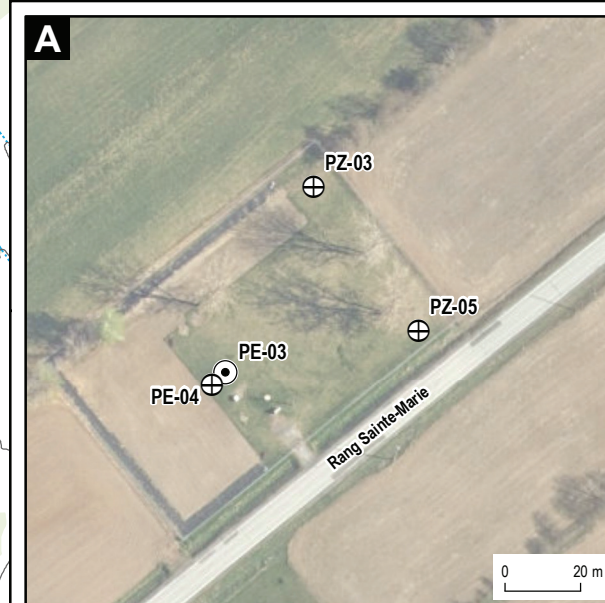
Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_e1_loc_230414.mxd





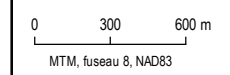
- ⊙ Puits de pompage et puits d'appoint
- ⊕ Piézomètre d'observation
- - - Limite municipale
- Réseau routier**
- Route principale
- Route secondaire
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau



Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 2
Localisation du secteur à l'étude

Sources :
BDTQ, 1/20 000, MRN, 2007
AQRéseau+, réseau routier, MRN, 2020
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c2_loc_230426.mxd





- Puits de pompage et puits d'appoint
- ⊕ Piézomètre d'observation
- ⊕ Puits résidentiel
- ⊕ Puits provenant du SIH

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 3
Localisation des puits de pompage et de la station de pompage

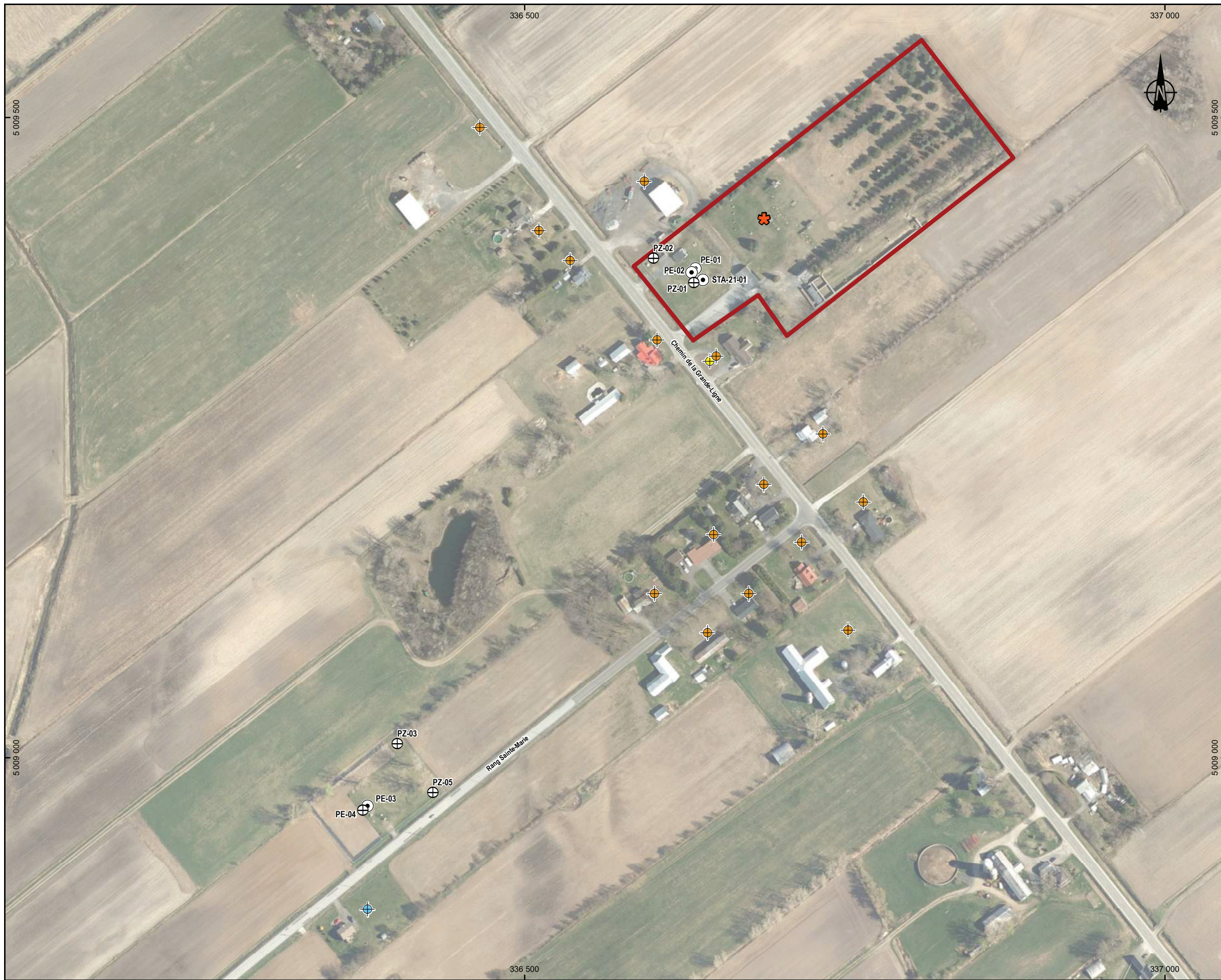
Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020







0 25 50 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c3_puits_230426.mxd





-  Puits de pompage et puits d'appoint
-  Piézomètre d'observation
-  Puits résidentiel probable
-  Puits résidentiel
-  Puits provenant du SIH
-  Limite de lot

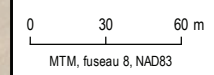
Autres sources potentielles de contamination

-  Localisation du champ de tir

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 4
Enjeu de protection

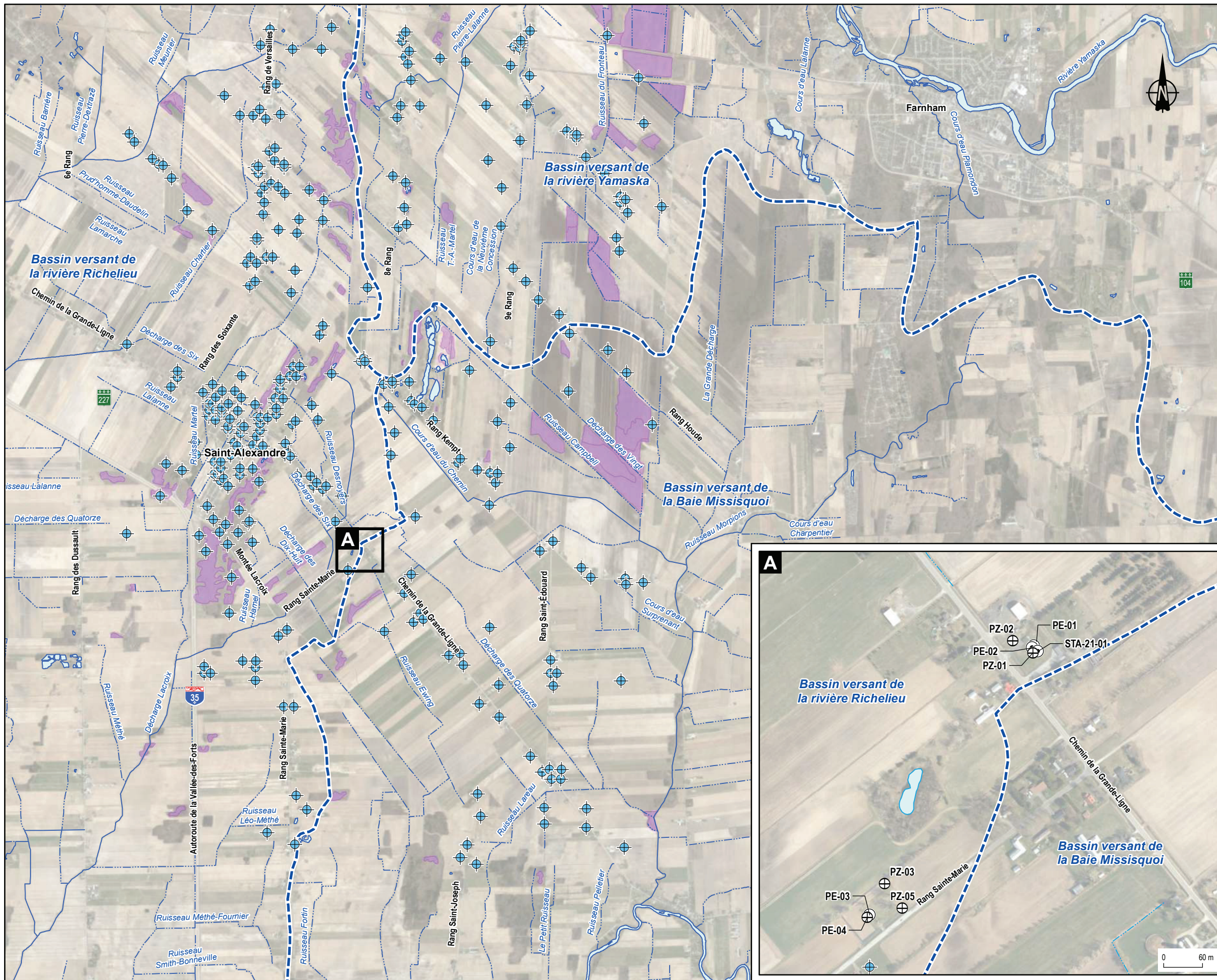
Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c4_enjeux_230426.mxd



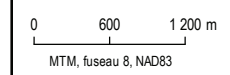


- ⊙ Puits de pompage et puits d'appoint
 - ⊕ Piézomètre d'observation
 - ⊕ Puits provenant du SIH
- Milieus humides et hydriques**
- Cours d'eau permanent
 - - - Cours d'eau intermittent
 - Étendue d'eau
 - Milieu humide
 - ⋯ Limite de bassin versant

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 5
Hydrographie régionale

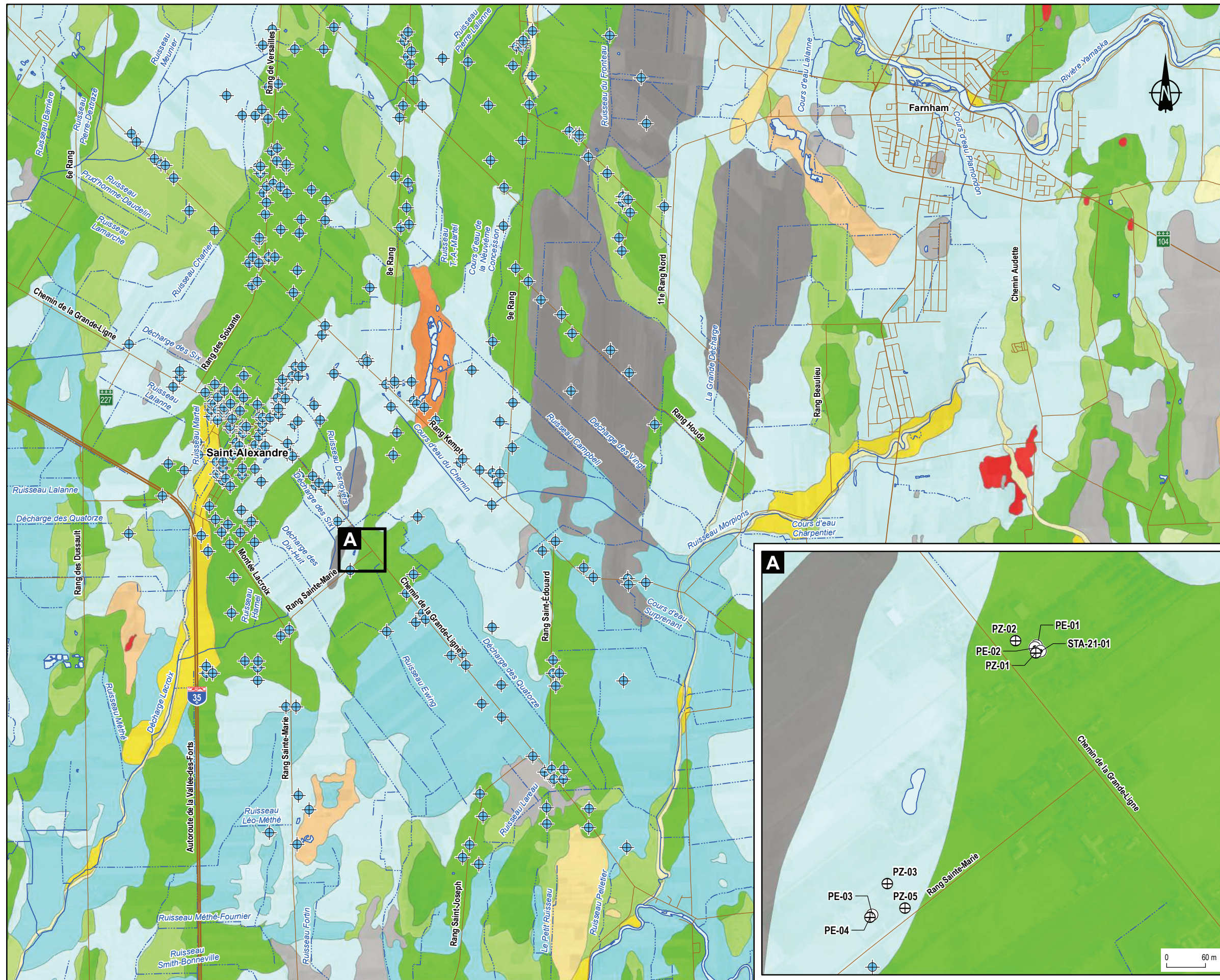
Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Zones de gestion intégrée de l'eau par bassins versants, MELCCFP, 2020
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c5_hydro_230426.mxd



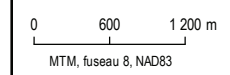


- ⊙ Puits de pompage et puits d'appoint
 - ⊕ Piézomètre d'observation
 - ⊕ Puits provenant du SIH
- Réseau routier**
- Route principale
 - Route secondaire
- Hydrographie**
- Cours d'eau permanent
 - - - Cours d'eau intermittent
 - Étendue d'eau
- Zones morpho-sédimentologiques**
- Alluvion actuelle (Ap)
 - Alluvion de terrasse fluviale (At)
 - Alluvion de terrasse fluviale ancienne (Ax)
 - Sédiment d'épandage proglaciaire subaquatique (Gs)
 - Sédiment juxtaglaciaire (Gx)
 - Sédiment lacustre littoral et pré-littoral (Lb)
 - Sédiment marin fin d'eau profonde (Ma)
 - Sédiment marin littoral et pré-littoral (Mb)
 - Sédiment de marécage et de marais (Om)
 - Sédiment de tourbière (Ot)
 - Roche en place non différenciée (R)
 - Till en couverture généralement continue (Tc)
 - Till en couverture mince et discontinue (Tm)
 - Till remanié en couverture continue (Tr)
 - Till remanié en couverture discontinue (Trm)

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 6
Dépôts quaternaire

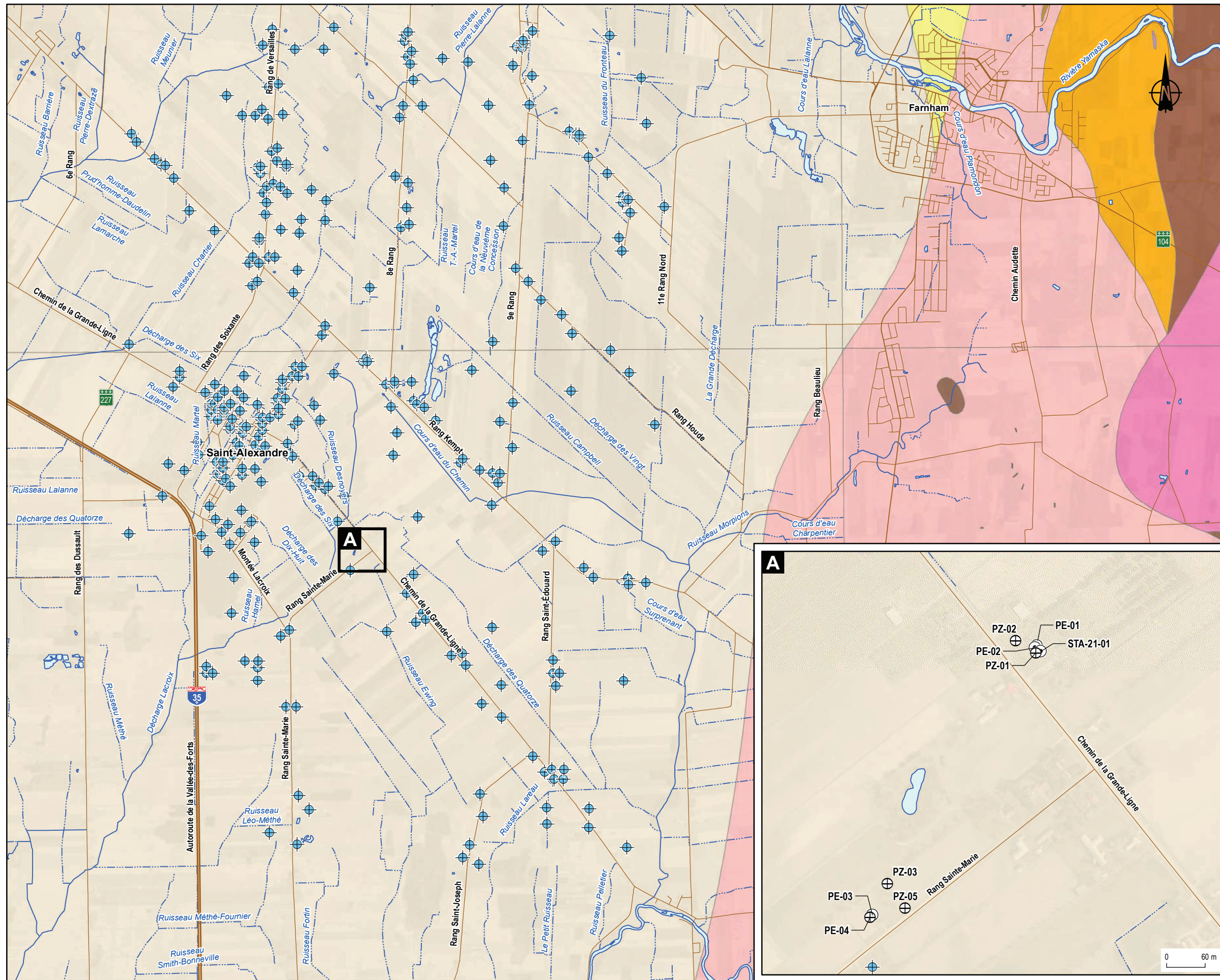
Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Zones morpho-sédimentologiques, SIGÉOM, 2023
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c6_depots_230426.mxd



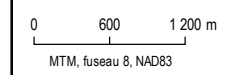


- ⊙ Puits de pompage et puits d'appoint
 - ⊕ Piézomètre d'observation
 - ⊕ Puits provenant du SIH
- Réseau routier**
- Route principale
 - Route secondaire
- Hydrographie**
- Cours d'eau permanent
 - - - Cours d'eau intermittent
 - Étendue d'eau
- Zones géologiques**
- Ardoise
 - Ardoise argilo-calcaireuse et argilo-dolomitique
 - Ardoise et phyllade pyriteux, carbonatés ou argileux, calcaire, grès, siltstone et conglomérat calcaire
 - Grès avec interlits d'ardoise
 - Mudstone interstratifié de siltstone dolomitique
 - Non différencié : ardoise rouge avec interlits de grès, de siltstone, de carbonate et d'ardoise verte
 - Shale et ardoise gris foncé
 - Shale gris et mudstone avec interlits de grès lithique, de siltstone, de calcarénite et de dolarénite

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 7
Géologie du socle

Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Zones géologiques, SIGÉOM, 2023
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c7_geologie_230426.mxd





- ⊙ Puits de pompage et puits d'appoint
- ⊕ Piézomètre d'observation
- ⊕ Puits résidentiel
- ⊕ Puits provenant du SIH

Eaux souterraines

(54,384) Élévation piézométrique mesurée le 13 mai 2019

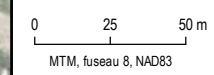
-53,8- Courbe piézométrique (élévations en mètres)

➔ Direction d'écoulement de l'eau

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 8
Élévation piézométrique mesurée en mai 2019 dans l'aquifère granulaire

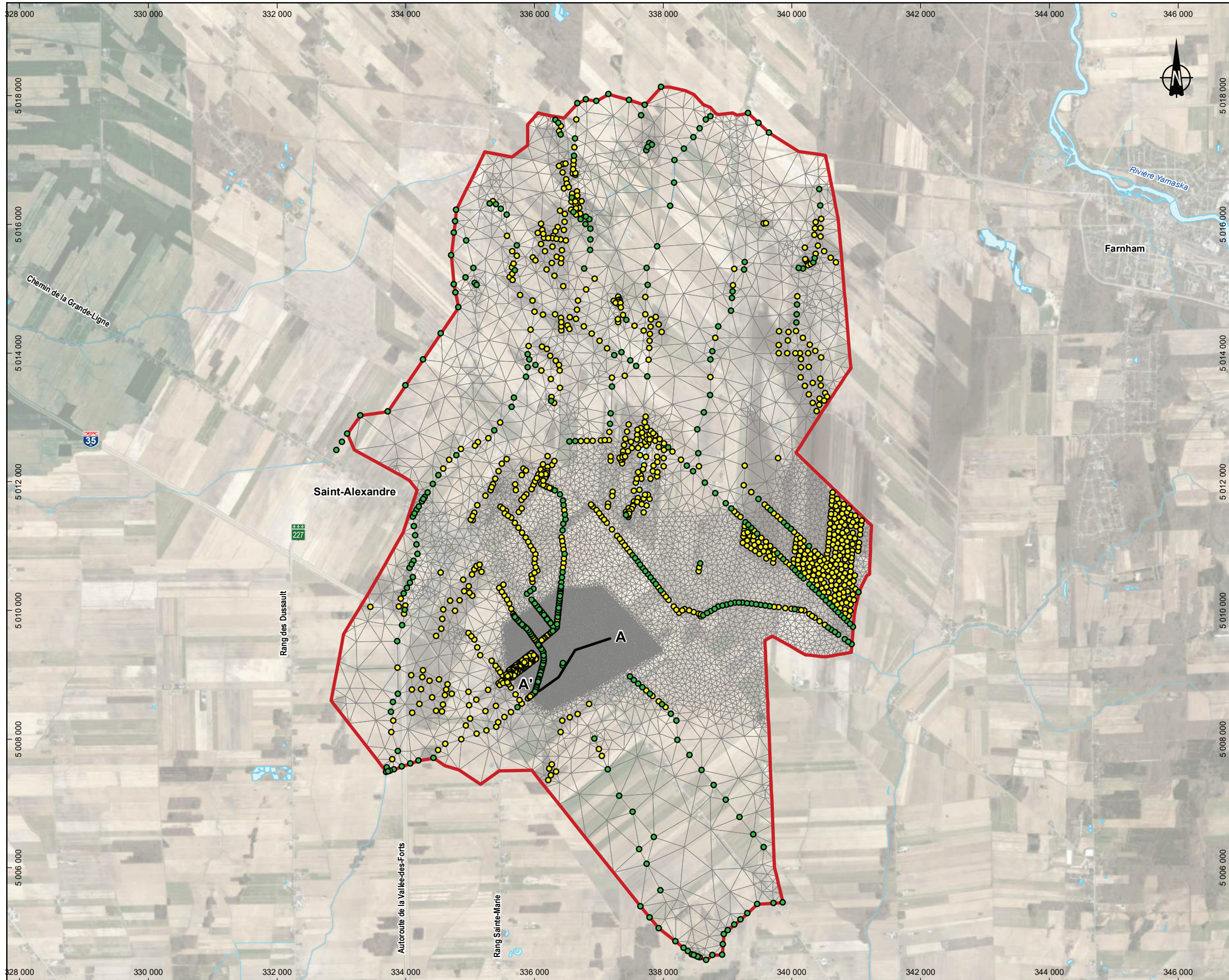
Sources :
Extraction des données du Système d'information hydrogéologique (SIH), MELCCFP, mars 2023
Fond de carte, ESRI World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : J.-M. Tremblay
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c8_piezo_230426.mxd



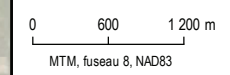


- Limite du domaine à l'étude
- Coupe
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau
- Conditions limites de surface**
- Condition limite de type drain
- Condition limite – Charges imposées
- Maillage

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 9
Délimitation du modèle numérique et conditions limites de surface

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

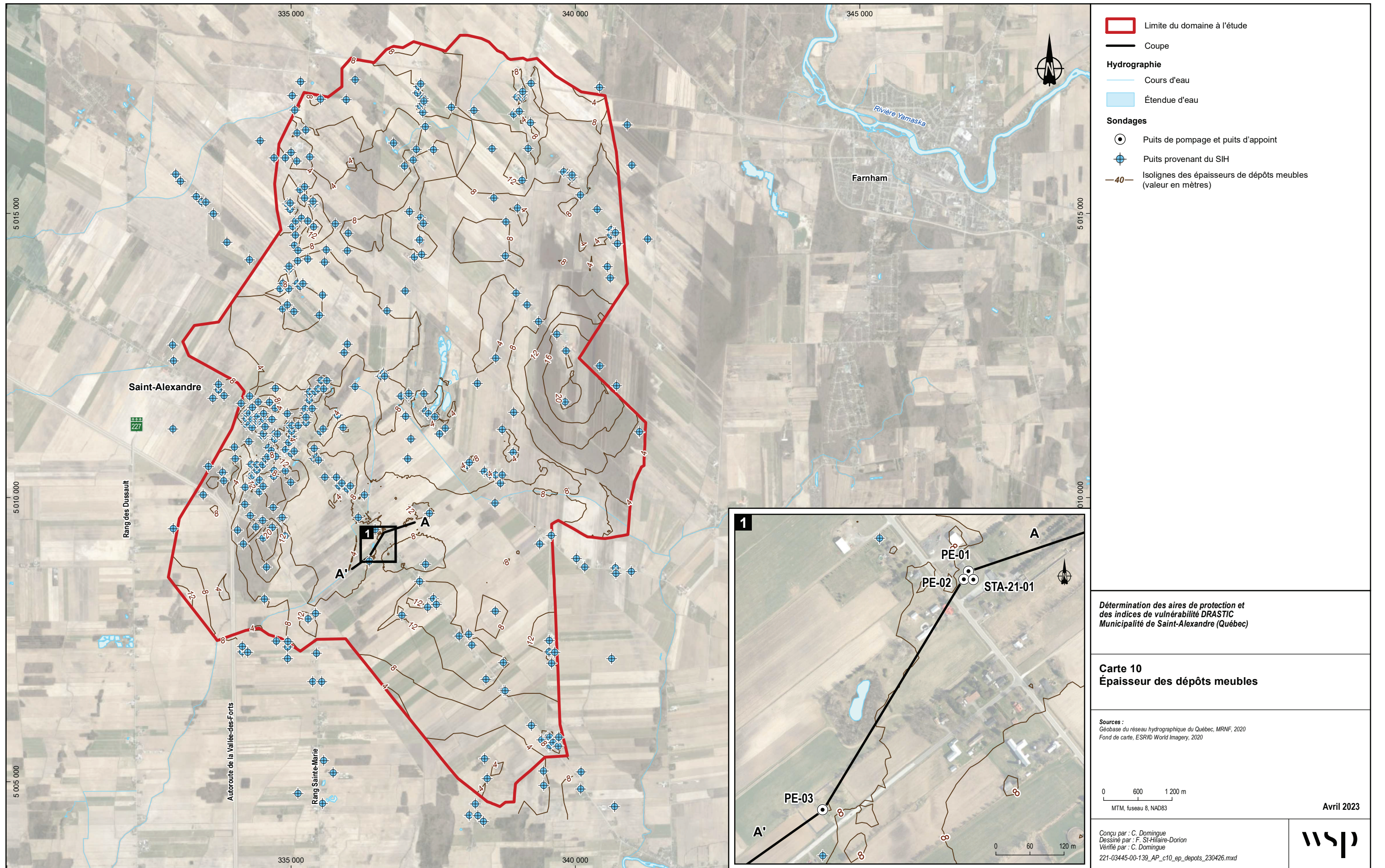


Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c9_cond_lim_surf_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.



- Limite du domaine à l'étude
- Coupe
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau
- Sondages**
- Puits de pompage et puits d'appoint
- Puits provenant du SIH
- 40- Isolignes des épaisseurs de dépôts meubles (valeur en mètres)

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 10
Épaisseur des dépôts meubles

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

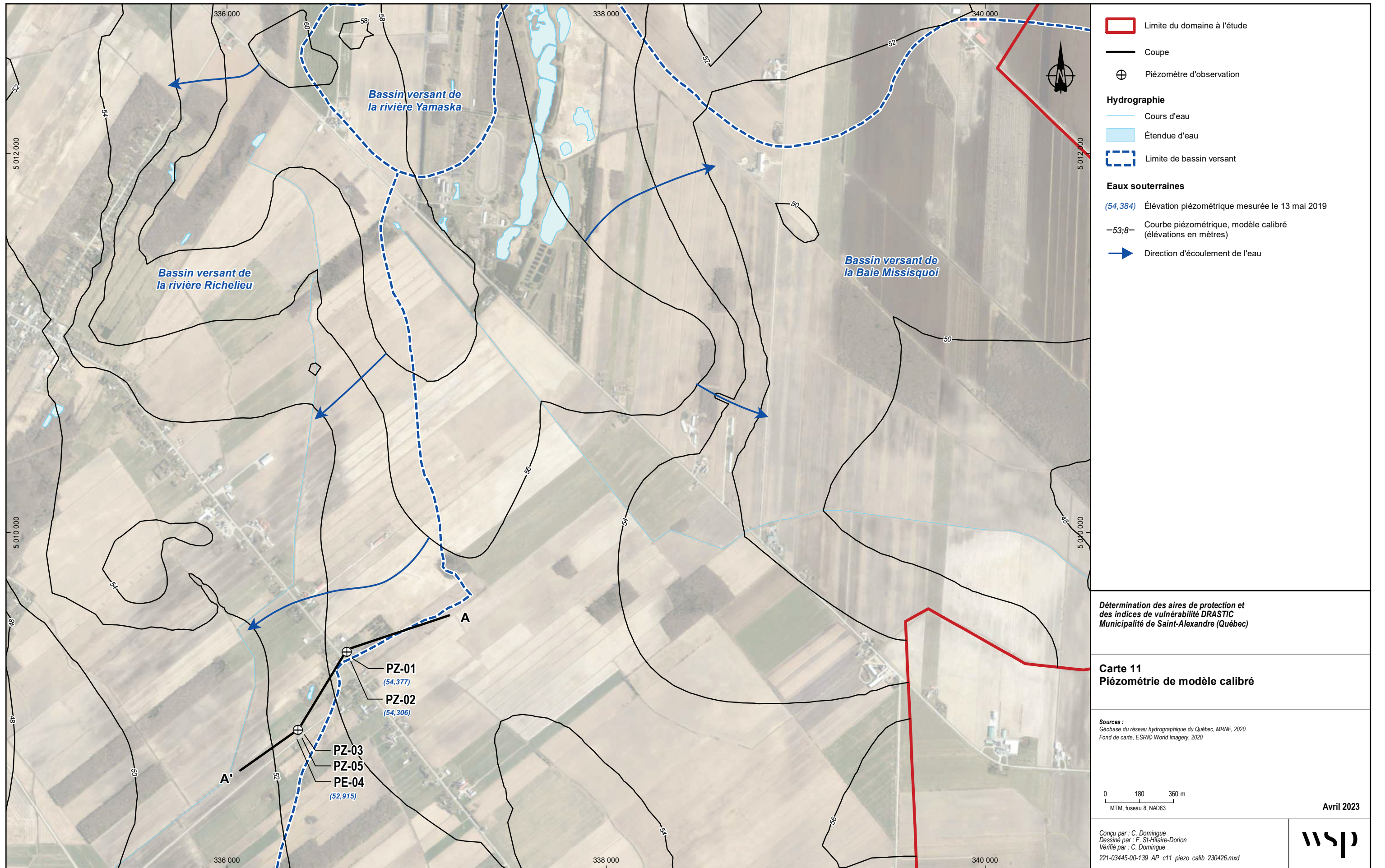
0 600 1200 m
MTM, fuseau 8, NAD83

Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c10_ep_depots_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

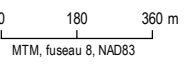


- Limite du domaine à l'étude
- Coupe
- ⊕ Piézomètre d'observation
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau
- Limite de bassin versant
- Eaux souterraines**
- (54,384) Élévation piézométrique mesurée le 13 mai 2019
- 53;8- Courbe piézométrique, modèle calibré (élévations en mètres)
- ➔ Direction d'écoulement de l'eau

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 11
Piezométrie de modèle calibré

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

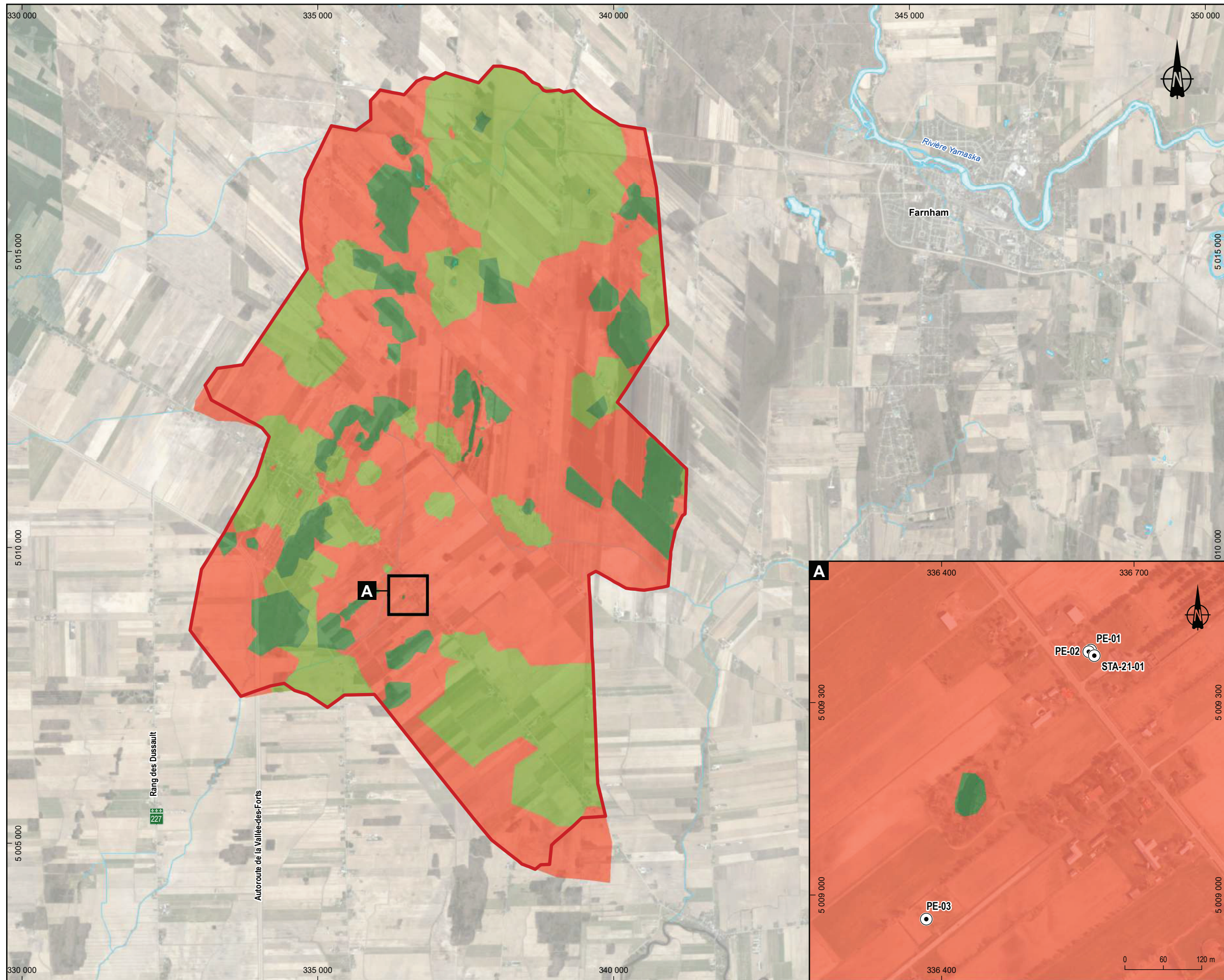


Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c11_piezo_calib_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

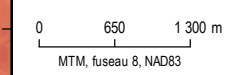


- Limite du domaine à l'étude
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau
- Sondages**
- Puits de pompage et puits d'appoint
- Valeurs de recharge (mm/a)**
- 0-30
- 30-60
- 60-90
- 90-120
- 120-150
- 150-180

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 12
Valeurs de recharges calibrées

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

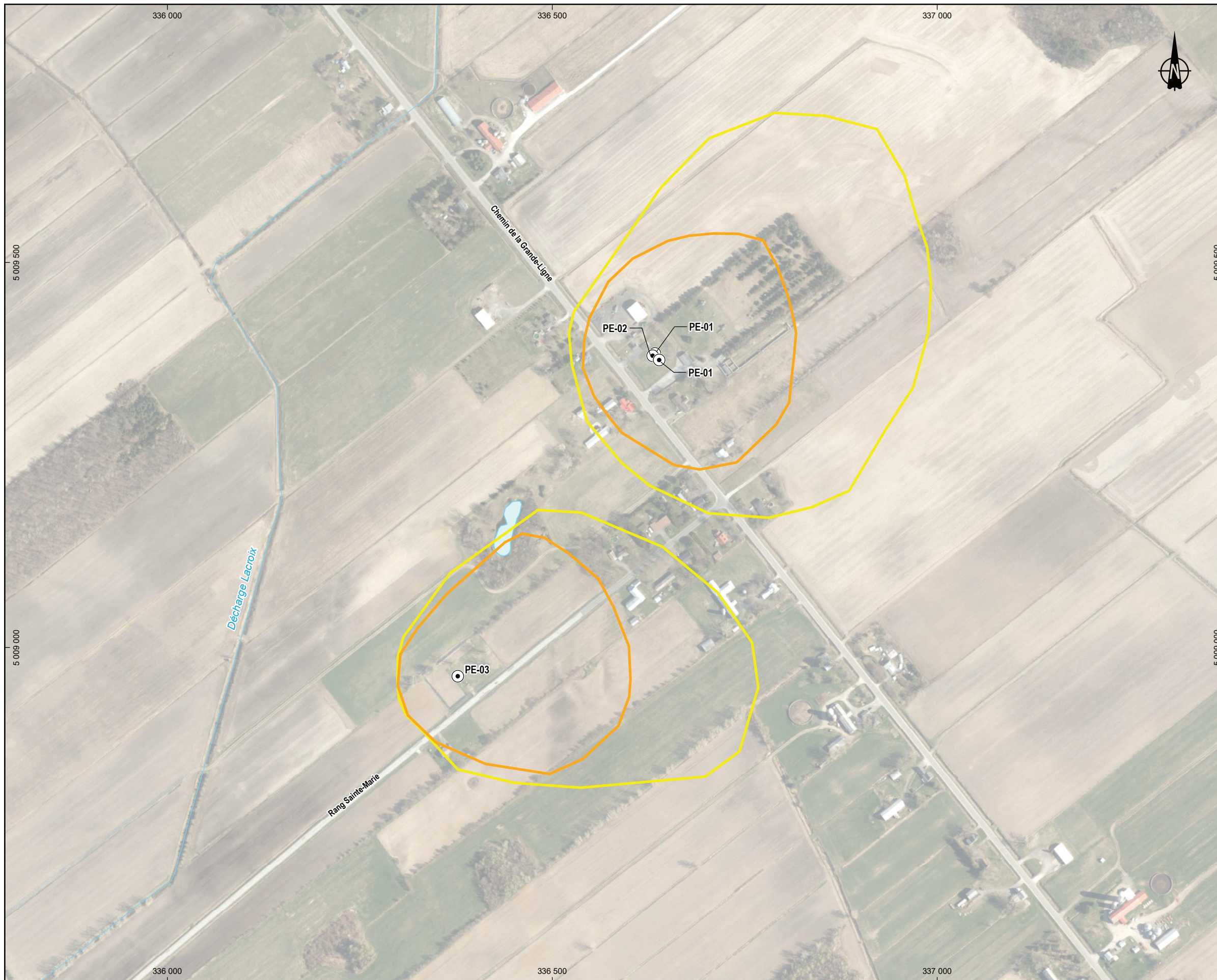


Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c12_recharge_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

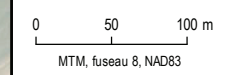


- Puits de pompage et puits d'appoint
- Hydrographie**
- Cours d'eau
- Étendue d'eau
- Zones brutes d'alimentation en eau**
- Zone d'alimentation en eau 200 jours
- Zone d'alimentation en eau 550 jours

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 13
Zones brutes d'alimentation en eau 200 jours et 550 jours (résultats bruts de la modélisation)

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

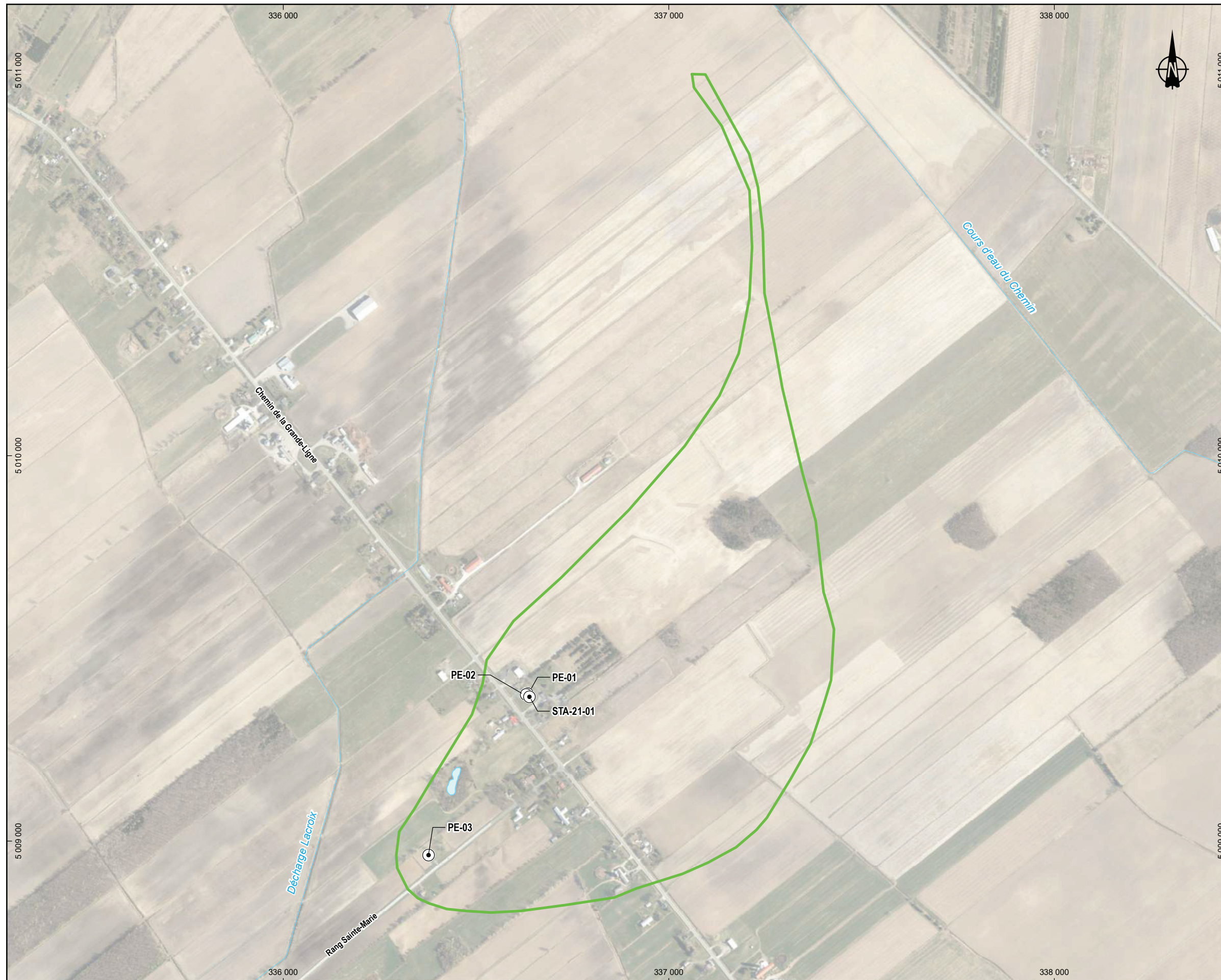






Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c13_alim_eau_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

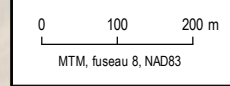


-  Puits de pompage et puits d'appoint
- Hydrographie**
-  Cours d'eau
-  Étendue d'eau
- Zone brute d'alimentation en eau**
-  Zone d'alimentation complète en eau souterraine

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 14
Zone brute d'alimentation globale en eau souterraine (résultats bruts de la modélisation)

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

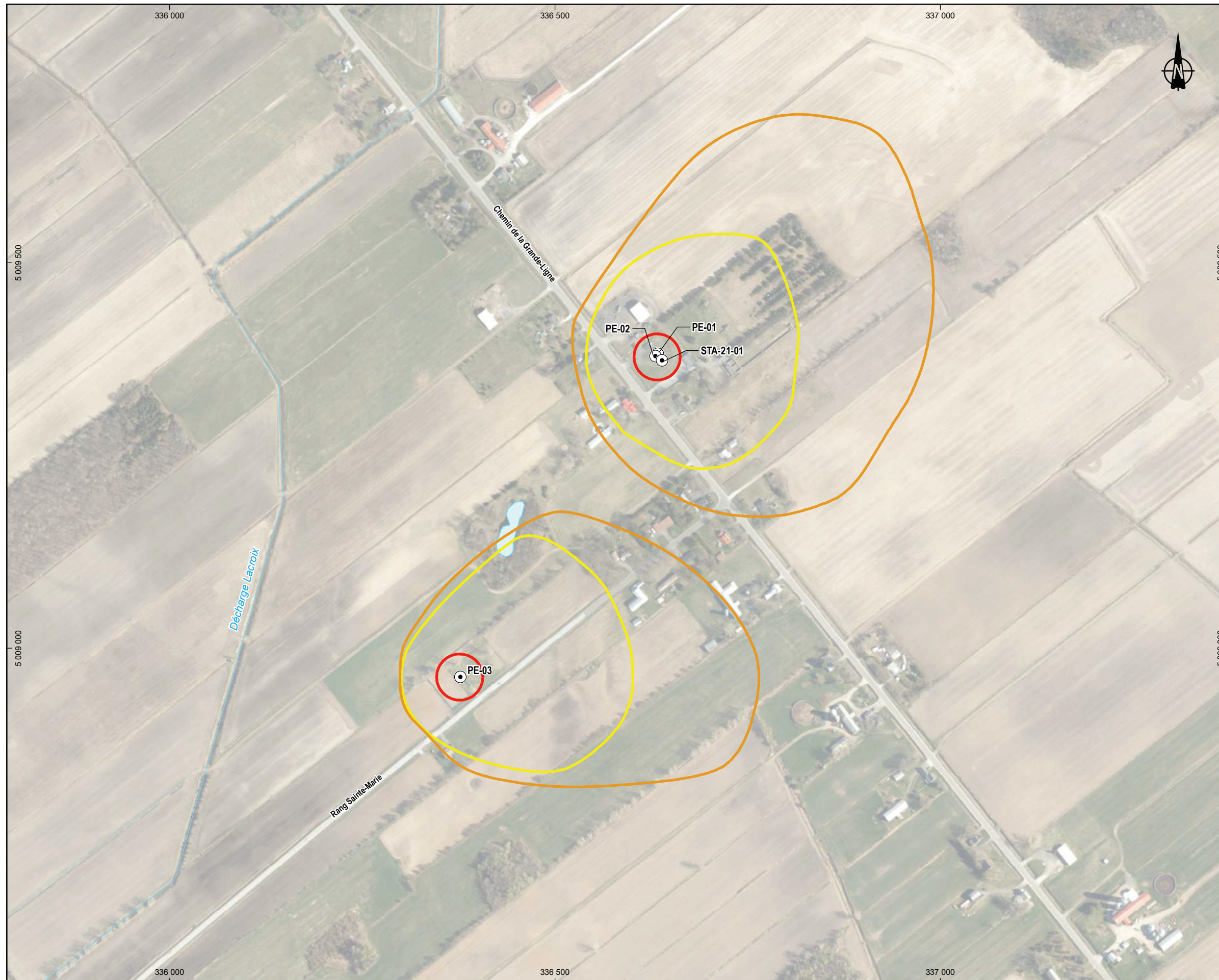








Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c14_alim_eau_comp_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

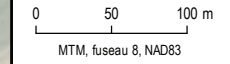


-  Puits de pompage et puits d'appoint
- Hydrographie**
-  Cours d'eau
-  Étendue d'eau
- Aire de protection**
-  Aire de protection immédiate
-  Aire de protection bactériologique
-  Aire de protection virologique



5 009 500

5 009 000



MTM, fuseau 8, NAD83

Avril 2023

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

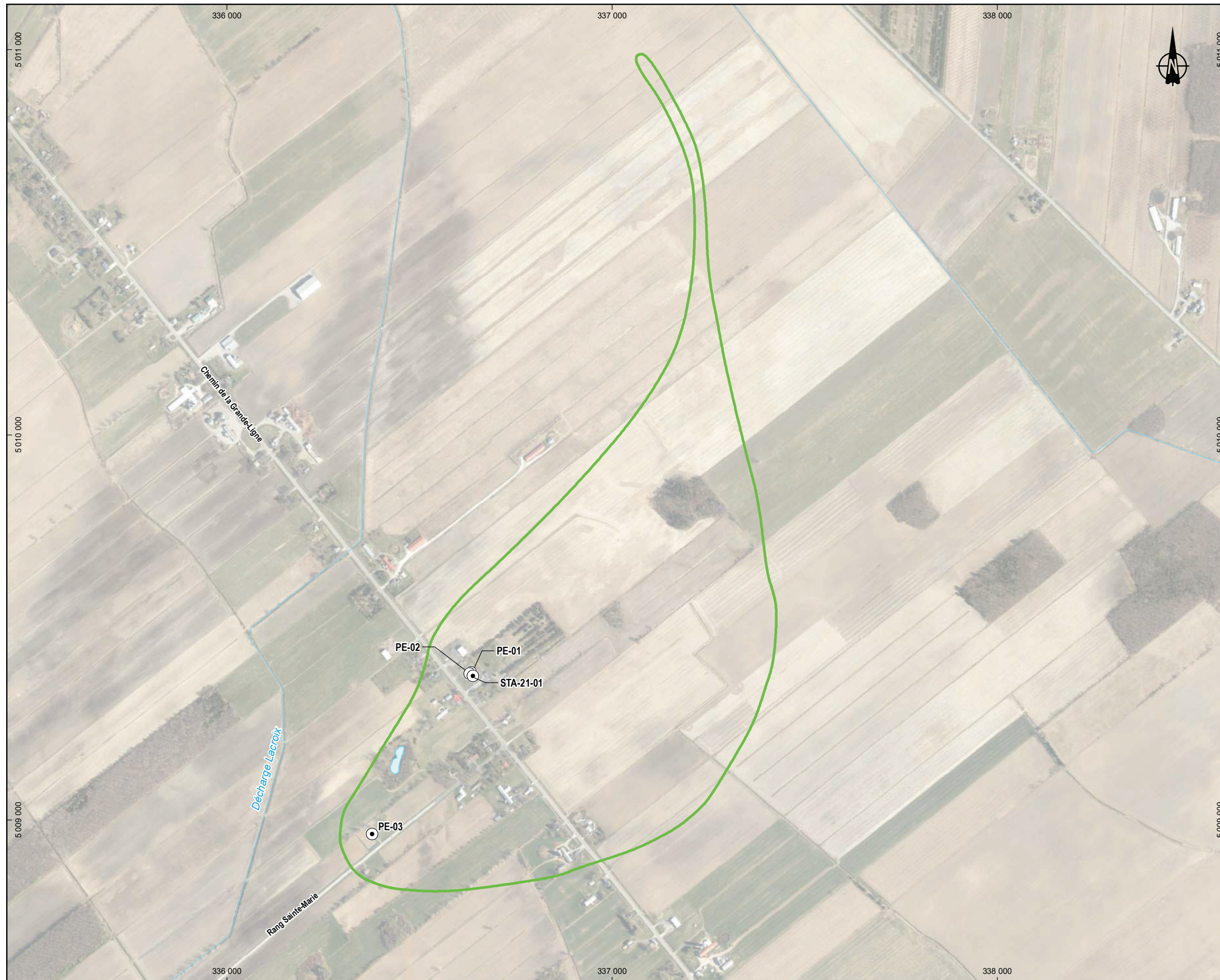
Carte 15
Délimitation des aires de protection immédiate et intermédiaires





Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c15_aires_prot_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

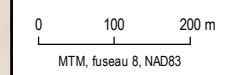


-  Puits de pompage et puits d'appoint
- Hydrographie**
-  Cours d'eau
-  Étendue d'eau
- Aire de protection**
-  Aire de protection éloignée

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 16
Délimitation de l'aire de protection éloignée

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020

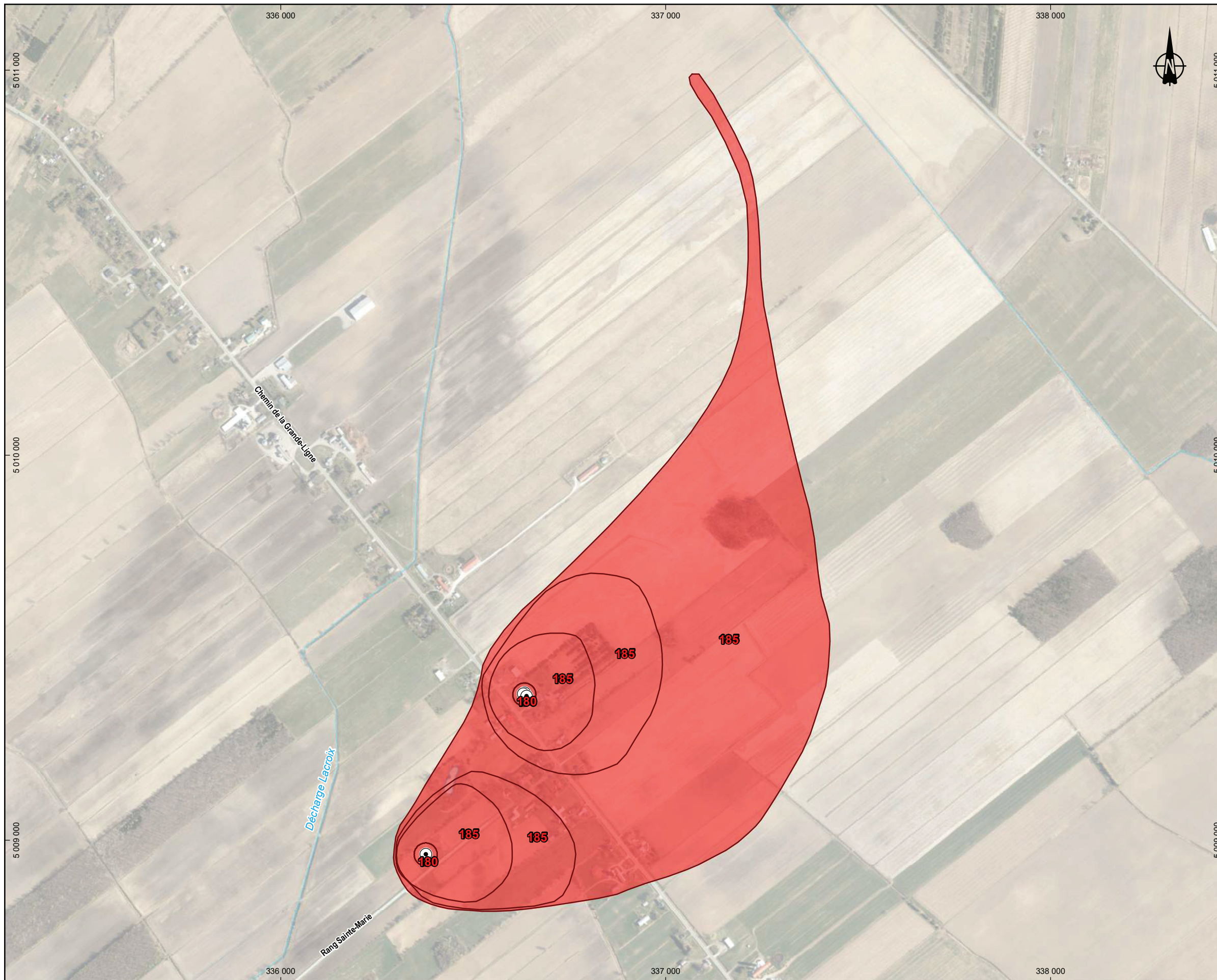







Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c16_aires_eloignee_230426.mxd



La précision des limites et les mesures montrées sur ce document ne doivent pas servir à des fins d'ingénierie ou de délimitation foncière. Aucune analyse foncière n'a été effectuée par un arpenteur-géomètre.

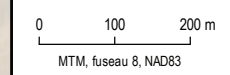


-  Puits de pompage et puits d'appoint
- Hydrographie**
-  Cours d'eau
-  Étendue d'eau
- Niveaux de vulnérabilité**
-  Indice DRASTIC
-  **208** Élevé

Détermination des aires de protection et des indices de vulnérabilité DRASTIC
Municipalité de Saint-Alexandre (Québec)

Carte 17
Indices DRASTIC pour les aires de protection et niveau de vulnérabilité

Sources :
Géobase du réseau hydrographique du Québec, MRNF, 2020
Fond de carte, ESRI® World Imagery, 2020



Avril 2023

Conçu par : C. Domingue
Dessiné par : F. St-Hilaire-Dorion
Vérifié par : C. Domingue
221-03445-00-139_AP_c17_Drastic_230426.mxd



ANNEXE

1

LIMITATIONS



WSP Canada Inc. (WSP) a préparé ce rapport uniquement pour son destinataire MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE, conformément à la convention de consultant convenue entre les parties. Advenant qu'une convention de consultant n'ait pas été exécutée, les parties conviennent que les modalités générales à titre de consultant de WSP régiront leurs relations d'affaires, lesquelles vous ont été fournies avant la préparation de ce rapport.

Ce rapport est destiné à être utilisé dans son intégralité. Aucun extrait ne peut être considéré comme représentatif des résultats de l'évaluation.

Les conclusions présentées dans ce rapport sont basées sur le travail effectué par du personnel technique, entraîné et professionnel, conformément à leur interprétation raisonnable des pratiques d'ingénierie et techniques courantes et acceptées au moment où le travail a été effectué.

Le contenu et les opinions exprimées dans le présent rapport sont basés sur les observations et/ou les informations à la disposition de WSP au moment de sa préparation, en appliquant des techniques d'investigation et des méthodes d'analyse d'ingénierie conformes à celles habituellement utilisées par WSP et d'autres ingénieurs/techniciens travaillant dans des conditions similaires, et assujettis aux mêmes contraintes de temps, et aux mêmes contraintes financières et physiques applicables à ce type de projet.

WSP dénie et rejette toute obligation de mise à jour du rapport si, après la date du présent rapport, les conditions semblent différer considérablement de celles présentées dans ce rapport ; cependant, WSP se réserve le droit de modifier ou de compléter ce rapport sur la base d'informations, de documents ou de preuves additionnels.

WSP ne fait aucune représentation relativement à la signification juridique de ses conclusions.

La divulgation de tout renseignement faisant partie du présent rapport relève uniquement de la responsabilité de son destinataire. Si un tiers utilise, se fie, ou prend des décisions ou des mesures basées sur ce rapport, ledit tiers en est le seul responsable. WSP n'accepte aucune responsabilité quant aux dommages que pourrait subir un tiers suivant l'utilisation de ce rapport ou quant aux dommages pouvant découler d'une décision ou mesure prise basée sur le présent rapport.

WSP a exécuté ses services offerts au destinataire de ce rapport conformément à la convention de consultant convenue entre les parties tout en exerçant le degré de prudence, de compétence et de diligence dont font habituellement preuve les membres de la même profession dans la prestation des mêmes services ou de services comparables à l'égard de projets de nature analogue dans des circonstances similaires. Il est entendu et convenu entre WSP et le destinataire de ce rapport que WSP n'offre aucune garantie, expresse ou implicite, de quelque nature que ce soit. Sans limiter la généralité de ce qui précède, WSP et le destinataire de ce rapport conviennent et comprennent que WSP ne fait aucune représentation ou garantie quant à la suffisance de sa portée de travail pour le but recherché par le destinataire de ce rapport.

En préparant ce rapport, WSP s'est fié de bonne foi à l'information fournie par des tiers, tel qu'indiqué dans le rapport. WSP a raisonnablement présumé que les informations fournies étaient correctes et WSP ne peut donc être tenu responsable de l'exactitude ou de l'exhaustivité de ces informations.

Les recommandations de conception fournies dans ce rapport s'appliquent uniquement au projet et aux zones décrites dans le texte, et uniquement si elles sont construites conformément aux détails indiqués dans le présent rapport. Les commentaires fournis dans ce rapport sur les problèmes potentiels pouvant subvenir lors de la construction et sur les différentes méthodologies possibles sont uniquement destinés à guider le concepteur. Le nombre d'emplacements de prélèvement et/ou d'échantillonnage peut ne pas être suffisant pour évaluer l'ensemble des facteurs pouvant affecter la construction, les méthodologies et les coûts. WSP nie toute responsabilité pouvant découler de décisions ou actions prises découlant de ce rapport, sauf si WSP en est spécifiquement informé et y participe. Advenant une telle situation, la responsabilité de WSP sera déterminée et convenue à ce moment.

Les conditions générales d'un site ne peuvent être extrapolées au-delà des zones définies et des emplacements de prélèvement et d'échantillonnage. Les conditions d'un site entre les emplacements de prélèvement et d'échantillonnage peuvent différer des conditions réelles. La précision et l'exactitude de toute extrapolation et spéculation au-delà des emplacements des prélèvements et d'échantillonnage dépendent des conditions naturelles, de l'historique de développement du site et des changements entraînés par la construction et des autres activités sur le site. De plus, l'analyse a été effectuée pour les paramètres chimiques et physiques déterminés seulement, et il ne peut pas être présumé que d'autres substances chimiques ou conditions physiques ne sont pas présentes. WSP ne fournit aucune garantie et ne fait aucune représentation contre les risques environnementaux non décelés ou contre des effets négatifs causés à l'extérieur de la zone définie.

L'original du fichier électronique que nous vous transmettons sera conservé par WSP pour une période minimale de dix ans. WSP n'assume aucune responsabilité quant à l'intégrité du fichier qui vous est transmis et qui n'est plus sous le contrôle de WSP. Ainsi, WSP n'assume aucune responsabilité quant aux modifications faites au fichier électronique suivant sa transmission au destinataire.

Ces limitations sont considérées comme faisant partie intégrante du présent rapport.

ANNEXE

2

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE





Photo 1 Réservoir de l'une des pompes (18 janvier 2023)



Photo 2 Système de contrôle et de suivi des pompes pour les puits PE-01, PE-02 et PE-03 (18 janvier 2023)



Photo 3 Puits PE-02 (18 janvier 2023)



Photo 4 Piézomètre PZ-01 (18 janvier 2023)



Photo 5 Secteur Grand-Ligne (septembre 2011)

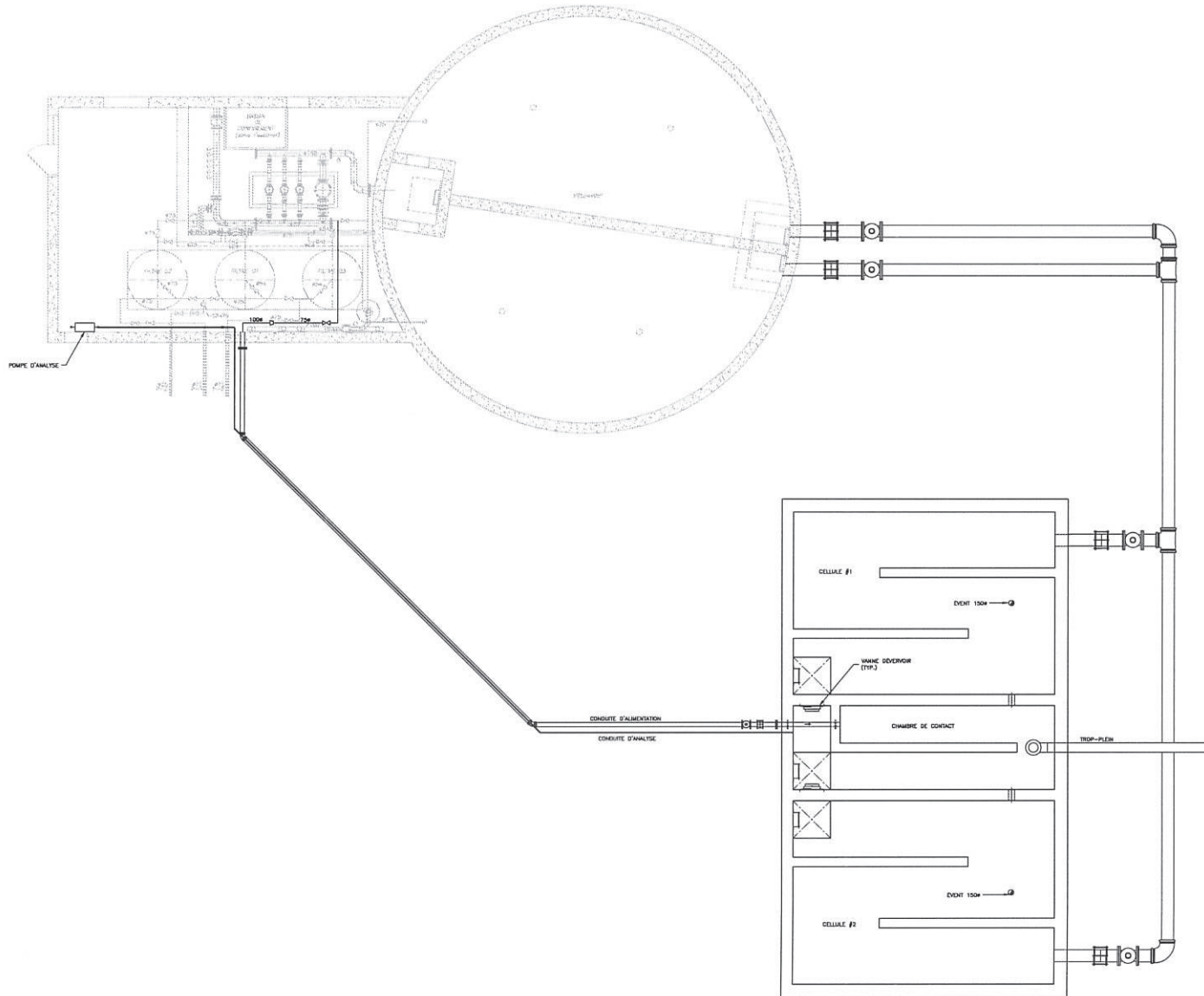


Photo 6 Secteur L'Écuyer (octobre 2011)

ANNEXE

3

SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT DES INSTALLATIONS DE PRÉLÈVEMENT



É. MA.	DATE POUR ETUDE PRELIMINAIRE
02/10/2017	
NO. PROJ.	DESCRIPTION
DE TRACÉ	RESEAU ET TUBERIES
SCHEM.	



PROJET
AGRANDISSEMENT DU
RESERVOIR D'EAU POTABLE

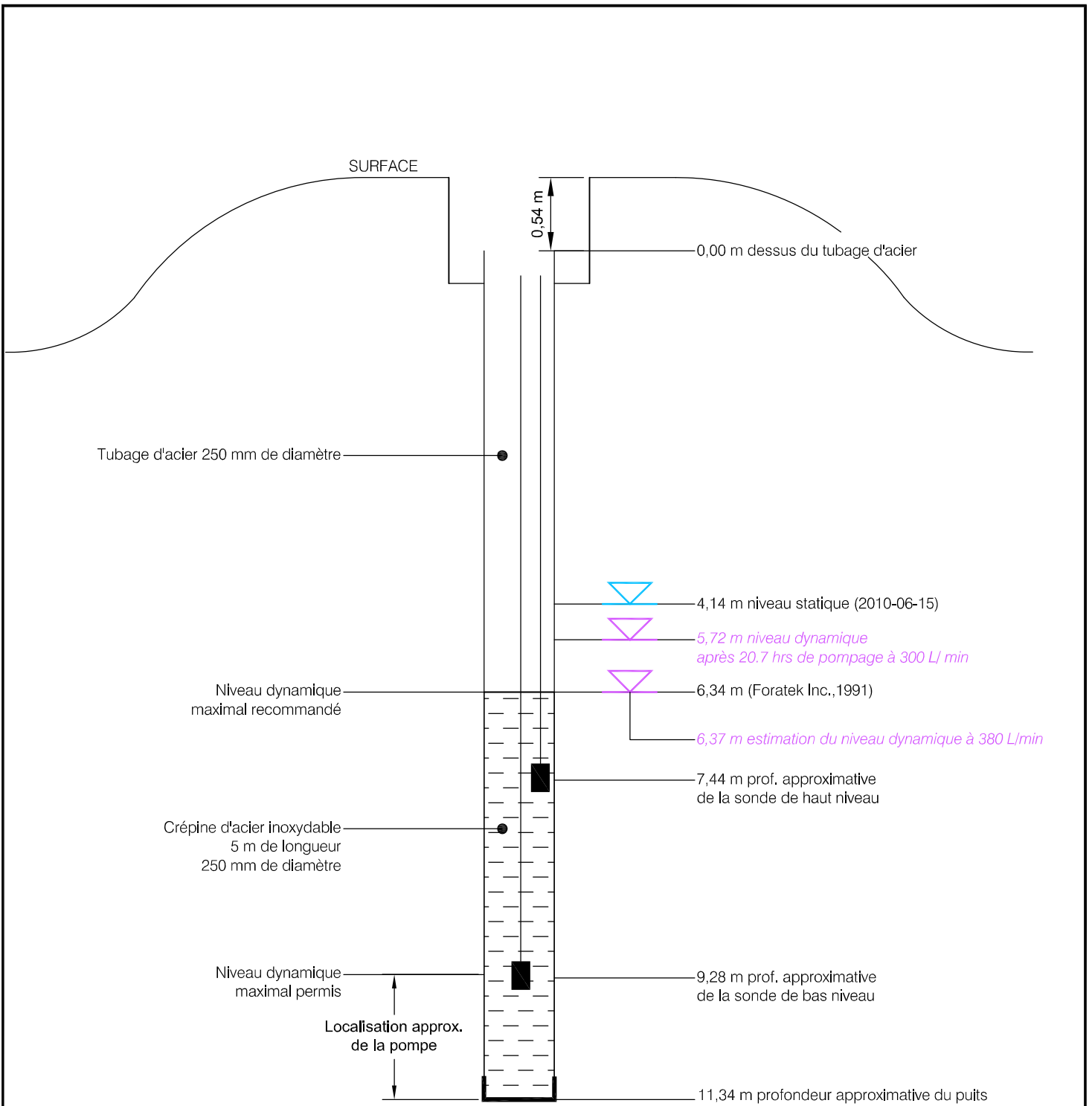
TITRE
RESERVOIR ET BÂTIMENT

DATE	CONCÉ	DRAWN	APPROVED
REVISED	BY	DATE	BY
SEPT. 2018	C.C.	MA.	C.C.
1:40	307177T		
sheet number		revision	
AD-327177T-C-H002		A	

ANNEXE

4

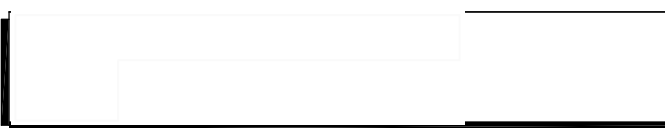
RAPPORTS DE FORAGE – PUITS DE POMPAGE



CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	-
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042


MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE
 ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
 GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-01

FIGURE
A-1

FIGURE A-2
RAPPORT DE FORAGE PE-01

FORATEK Inc.
 2251 Chemin St-François
 Davel, Quebec
 H9P 1K3

RAPPORT DE FORAGE

ACS1005

Puits
 Piézomètre
 Sondage

No. Puits de Production

Projet: Construction d'un puits de production et hydrogéologiques

Projet # : 90163 Date: DECEMBRE 1990

Localisation: Municipalité de St-Alexandre

Foreuse: Bucyrus 60-L

Méthode de forage: Percussion

Elévation de la margelle:

Profondeur totale: 10.19 mètres (33'5")

Méthode d'échantillonnage:

Responsable (s) G.C. E.C.

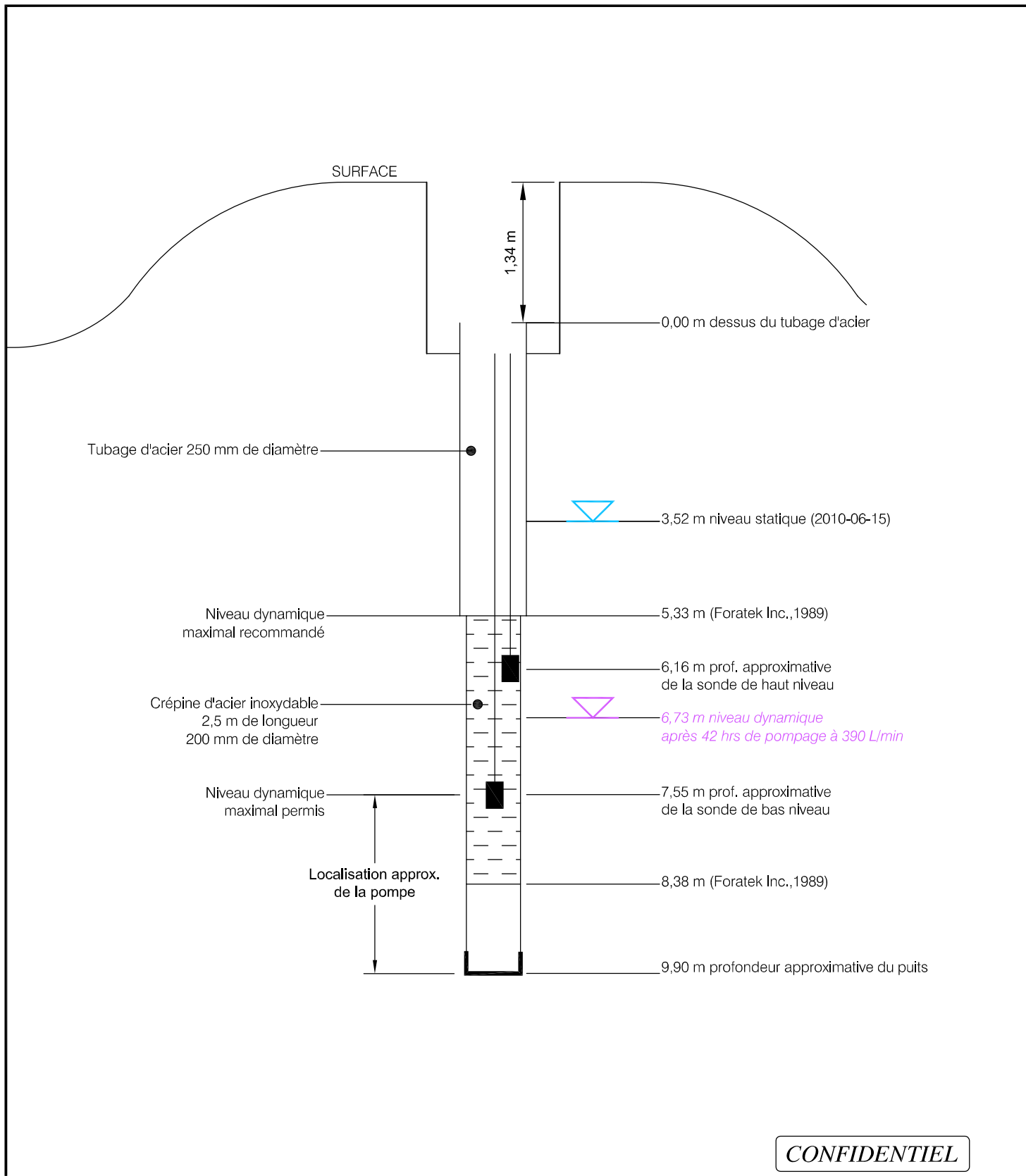
Niveau d'eau: Prof. 3.285m Elév.

Développement: Méthode Bayler-Pompe à sable
 Durée

Détails supplémentaires: Crépine télescopique
 Johnson-ouverture 0.030"

Tubage			Crepine ou Piézomètre		
Longueur	Dia.	Caractéristiques	Longueur	Dia.	Caractéristiques
6.19m	250mm	Acier.wc	5.0m	241mm	Acier inoxydable

LOG GEOLOGIQUE	PROFONDEUR (M)	SCHEMA	DETAILS	DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ET OBSERVATIONS
	0		margelle	
	1		Collerette de ciment ø=450mm	Till
	2			
	3			
	4		Tubage ø=250mm	
	4.57			
	5	5.19		Gravier fin à moyen et sable
	6			
	7			
	8			
	8.53			
	9			Roc fracturé
	10			
	10.19			
	11			Fin du forage
	12			
	13			
	14			
	15			
	16			



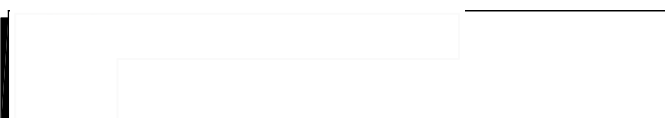
CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	1 : 1 500
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042



MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

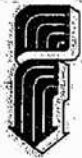
ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-02

FIGURE
A-3

FIGURE A-4
RAPPORT DE FORAGE PE-02



FORATEK Inc.

RAPPORT DE FORAGE

No. Champ de Tr. no.1

- PUIITS
- PIEZOMETRE
- SONDAGE

LOG GEOLOGIQUE	PROF. (M)	SCHEMA	DETAILS	DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ET OBSERVATIONS										
					Projet: RECHERCHE EN EAU Localisation: ST-ALEXANDRE Date: OCT. 1988 Foreuse: BUCYRUS Methode de forage: PERCUSSION Profondeur totale: 32'									
					NIVEAU D'EAU Prof. 2.89m Elev.									
					TUBAGE <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGUEUR</th> <th>DIA.</th> <th>CARACTERISTIQUES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0-17'</td> <td>10"</td> <td>ACIER</td> </tr> <tr> <td>27-32'</td> <td>8"</td> <td>ACIER</td> </tr> </tbody> </table>	LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES	0-17'	10"	ACIER	27-32'	8"	ACIER
LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES												
0-17'	10"	ACIER												
27-32'	8"	ACIER												
				GRAVIER ET SABLE	CREPINE OU PIEZOMETRE <table border="1"> <thead> <tr> <th>LONGUEUR</th> <th>DIA.</th> <th>CARACTERISTIQUES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>17-27'</td> <td>8"</td> <td>0.030" JOHNSON</td> </tr> </tbody> </table>	LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES	17-27'	8"	0.030" JOHNSON			
LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES												
17-27'	8"	0.030" JOHNSON												
				GRAVIER FIN										
				ROC FRACTURE										
					NOTE: PUIITS D'ESSAI									
					RESPONSABLE(S) L.PROULX F.TREMBLAY									

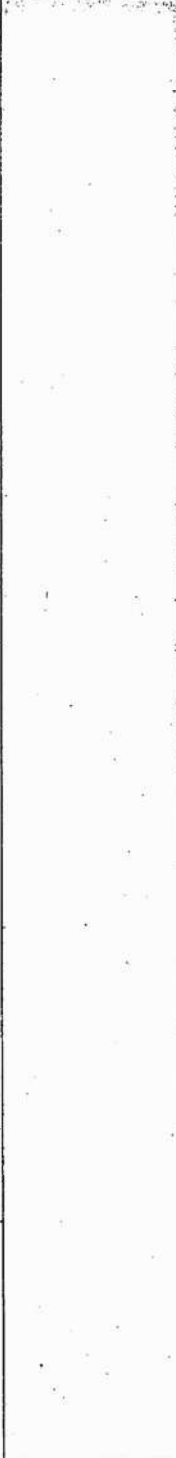
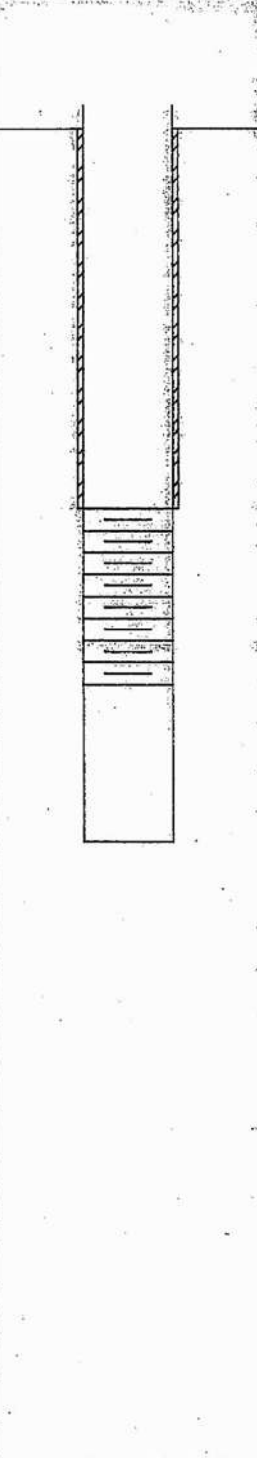
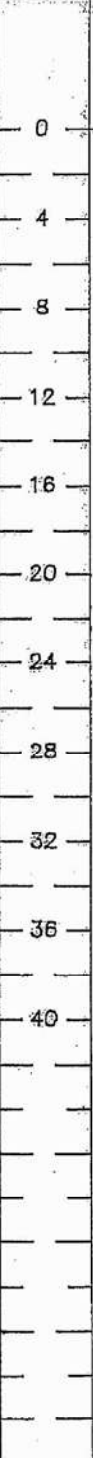
LOG GEOLOGIQUE

PROF. (M)

SCHEMA

DETAILS

DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ET OBSERVATIONS



DESCRIPTION DES ECHANTILLONS ET OBSERVATIONS

TILL

GRAVIER ET SABLE

GRAVIER FIN

ROC FRACTURE

Project: RECHERCHE EN EAU
 Localisation: ST-ALEXANDRE
 Date: OCT. 1988
 Foreuse: BUCYRUS
 Methode de forage: PERCUSSION
 Profondeur totale: 32'

NIVEAU D'EAU
 Prof. 2.89m
 Elev.

TUBAGE

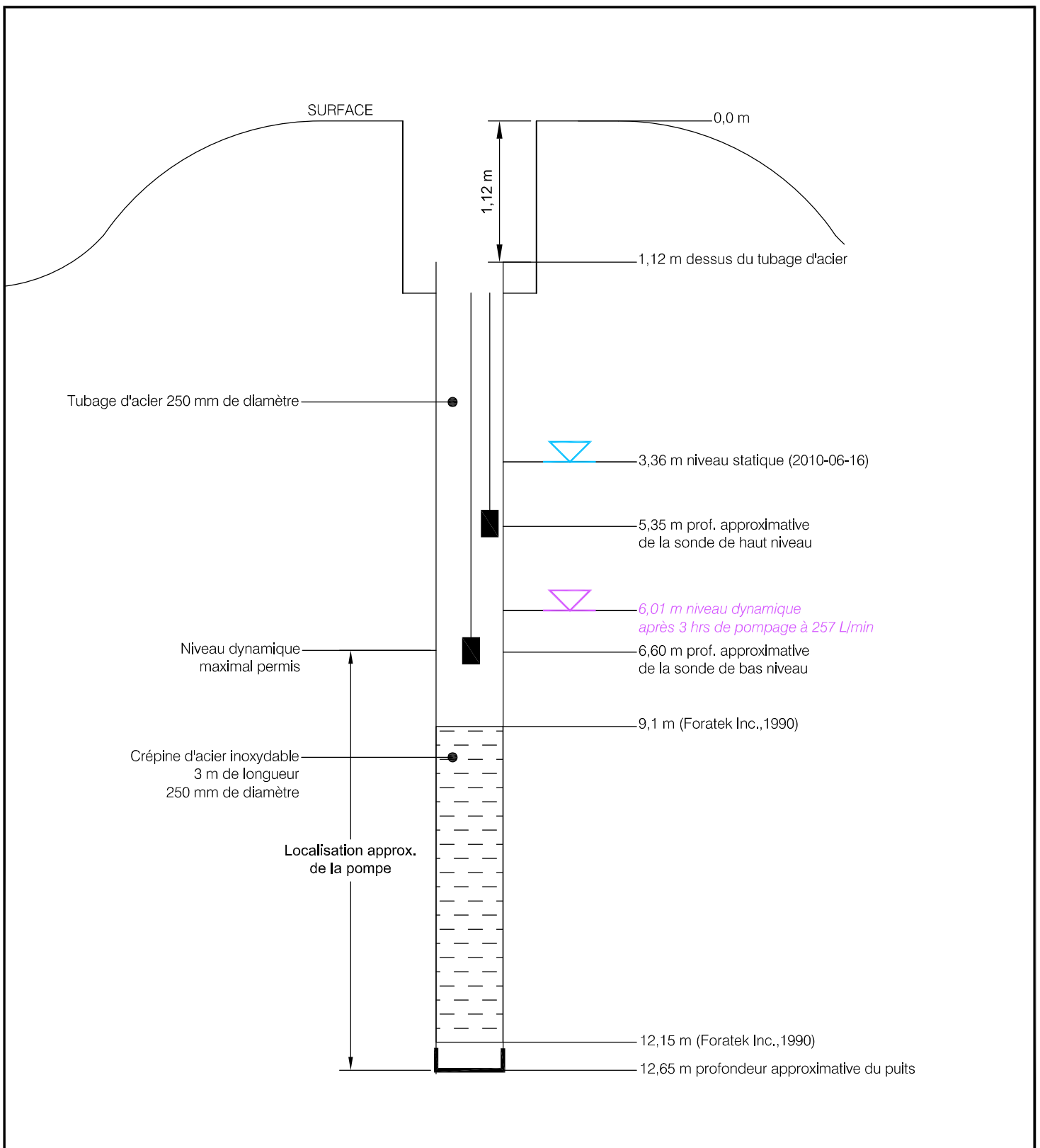
LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES
0-17'	10"	ACIER
27-32'	8"	ACIER

CREPINE OU PIEZOMETRE

LONGUEUR	DIA.	CARACTERISTIQUES
17-27'	8"	0.030" JOHNSON

NOTE:
 PUIITS D'ESSAI

RESPONSABLE(S)
 L.PROULX F.TREMBLAY



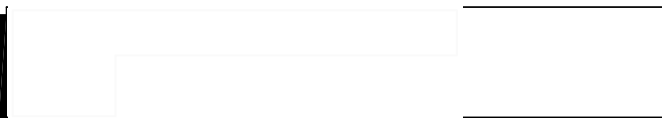
CONFIDENTIEL

Date:	2010-07-12	Échelle:	1 : 1 500
Dessiné par:	M. Binette	Projeté par:	S. Chapuis
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessh	1012230042-01	No. de projet:	10-1223-0042



MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE AUX PUIITS DE LA
GRANDE LIGNE ET L'ÉCUYER - MUNICIPALITÉ DE ST-ALEXANDRE, QUÉBEC



DÉTAILS PUIITS PE-03

FIGURE
A-5

FIGURE A-6
RAPPORT DE FORAGE PE-03



RAPPORT DE FORAGE

Puits
 Piézomètre
 Sondage

No.
 Site l'Ecuyer
 Lot 244

Projet: St-Alexandre
 Puits d'essai

Projet # : 90049 Date: 04/90

Localisation:

Foreuse: Bucyrus 60-L

Méthode de forage: Percussion

Élévation de la margelle:

Profondeur totale: 11.13m

Méthode d'échantillonnage:

Responsable (s) G.C.

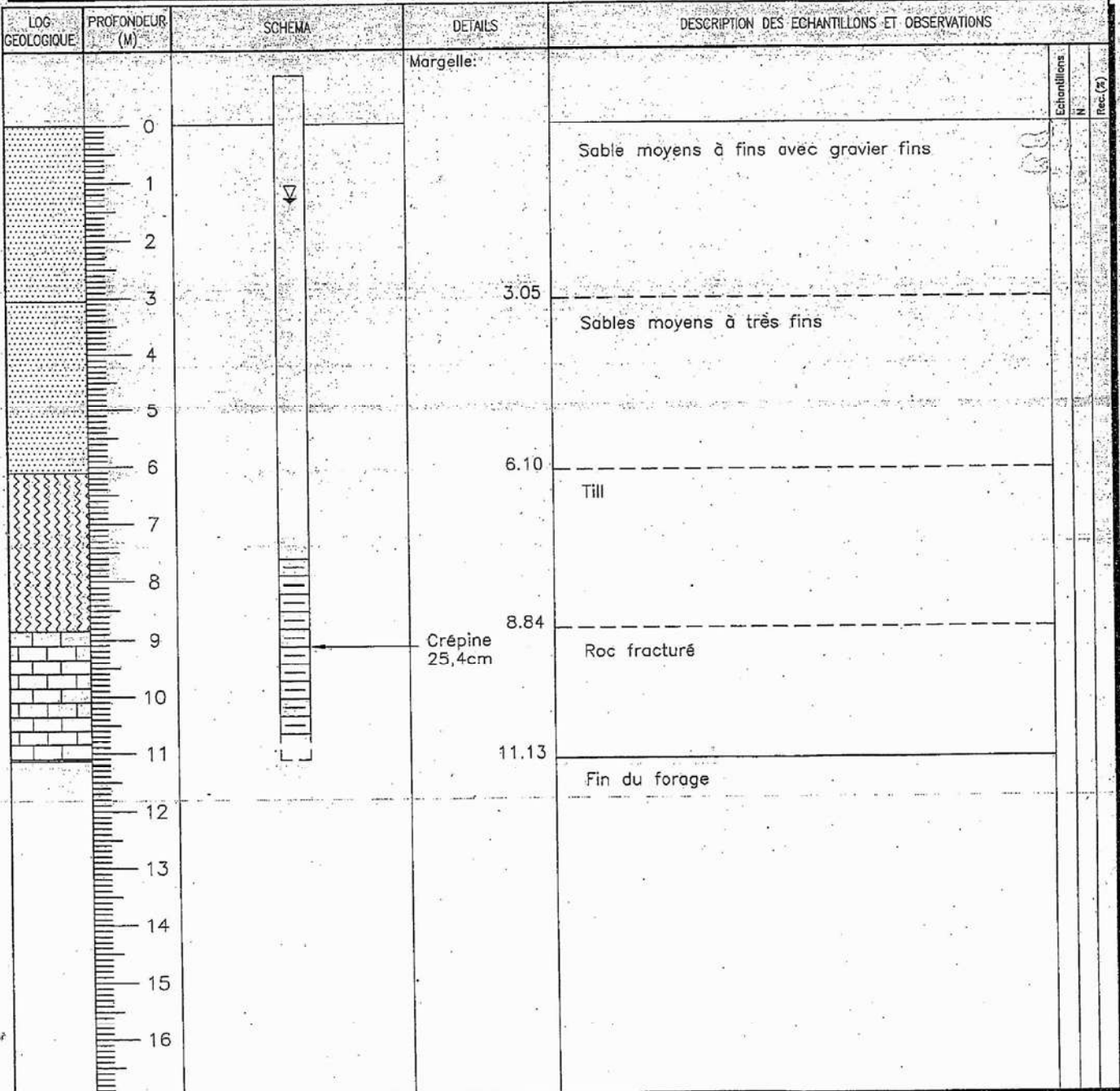
Niveau d'eau: Prof.: 1.29m Elév.:

Date: 22-05-90

Développement: Méthode Air comprimé
 Durée 6hres.

Détails supplémentaires:

Tubage			Crepine ou Piézomètre		
Longueur	Dia.	Caractéristiques	Longueur	Dia.	Caractéristiques
7.62m	25.4cm	Acier, Wc	3.05m	25.4cm	0.060" Johnson



No. DE PROJET **21234-101** CLIENT **Municipalité de Saint-Alexandre**

ENTREPRENEUR **Forage FTE** OPÉRATEUR **C. Geaumont** TYPE DE MACHINERIE **Rotative**

SUPERVISION **A. Racine** VÉRIFICATION **Y. Gagneau** TYPE D'AMÉNAGEMENT **PUITS EXPÉRIMENTAL**

COORDONNÉES GÉODÉSQUES **X = 649 592. Y = 5 009 556.** SYSTÈME DE COORDONNÉES **UTM NAD83** ZONE **18**

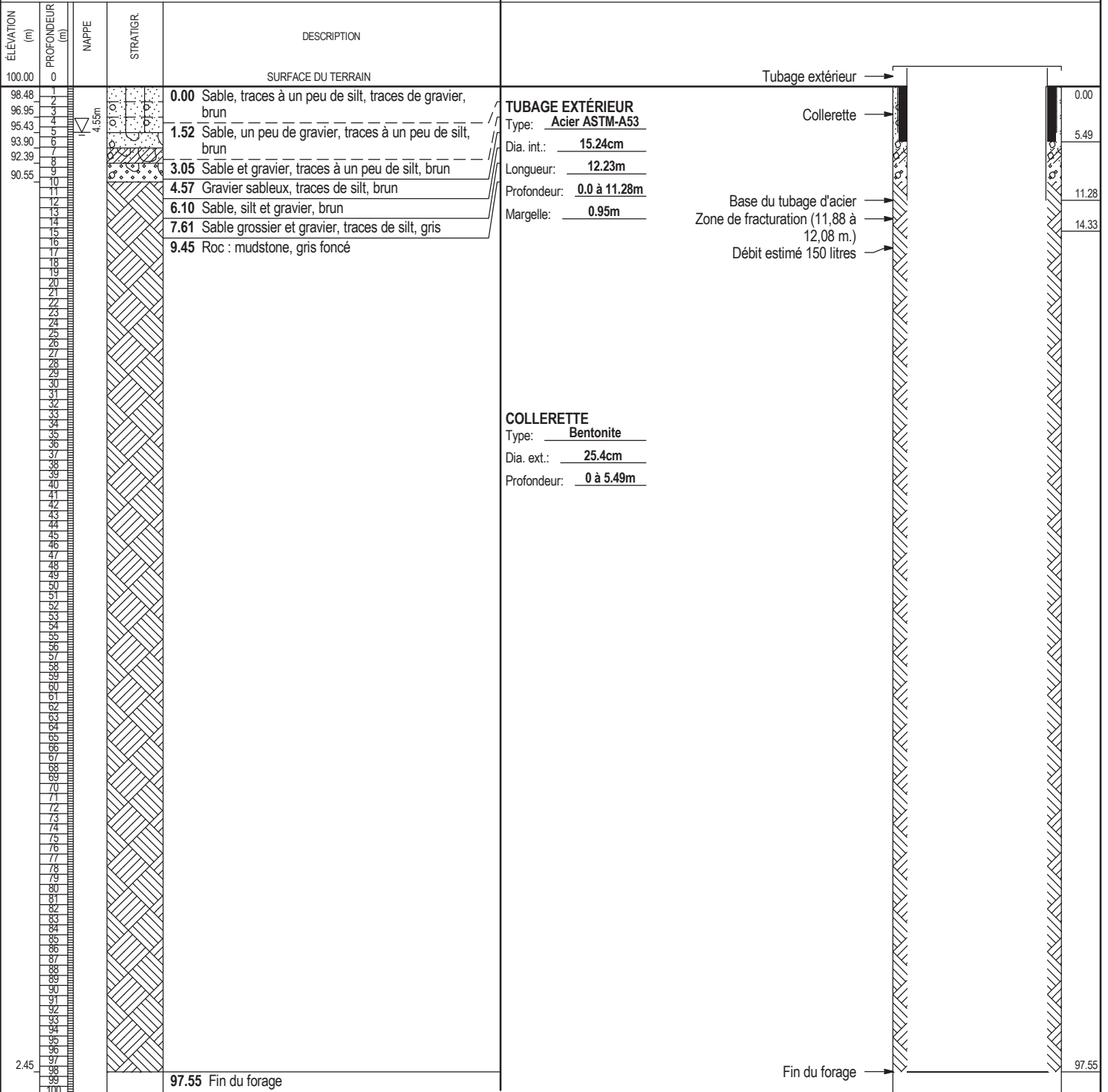
ÉLÉVATION DE SURFACE **100.00m** ÉLÉVATION TUBAGE **100.95m** RÉFÉRENCE ÉLÉVATION **Arbitraire** COUVERCLE CADENASSÉ: **Non**

DATE DÉBUT **2021-07-07** TECH. DE FORAGE SOL **Roto-percussion** DIA. DE FORAGE SOL **25.4cm** PROFONDEUR DU ROC **9.45m**

DATE FIN **2021-07-08** TECH. DE FORAGE ROC **Roto-percussion** DIA. DE FORAGE ROC **15.2cm** PROFONDEUR DE LA NAPPE **4.55m(08-07-2021)**

COUPE GÉOLOGIQUE

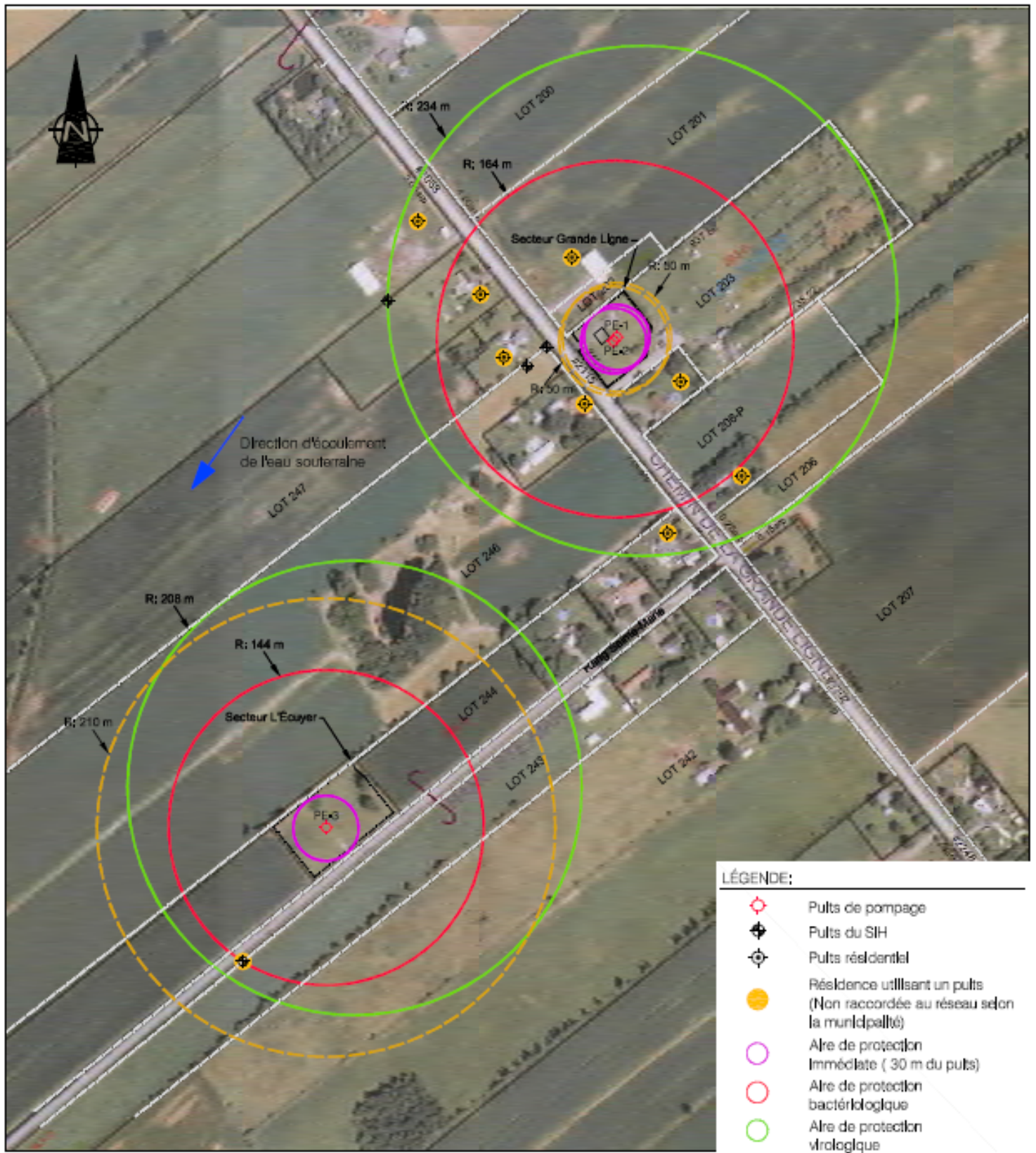
PUITS EXPÉRIMENTAL, SCHÉMA DE CONSTRUCTION



ANNEXE

5

DÉLIMITATION DES AIRES DE
PROTECTION ANTÉRIEURES
(GOLDER, 2011)



CONFIDENTIEL

LÉGENDE:

- Puits de pompage
- Puits du SIH
- Puits résidentiel
- Résidence utilisant un puits (Non raccordée au réseau selon la municipalité)
- Aire de protection Immédiate (30 m du puits)
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologique
- Rayon d'influence

Date:	2011-11-11	Échelle:	1 : 5 000
Dessiné par:	E. Gagnon	Projeté par:	V. Dallaire
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin:	1112230042-04	No. de projet:	11-1223-0042



MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

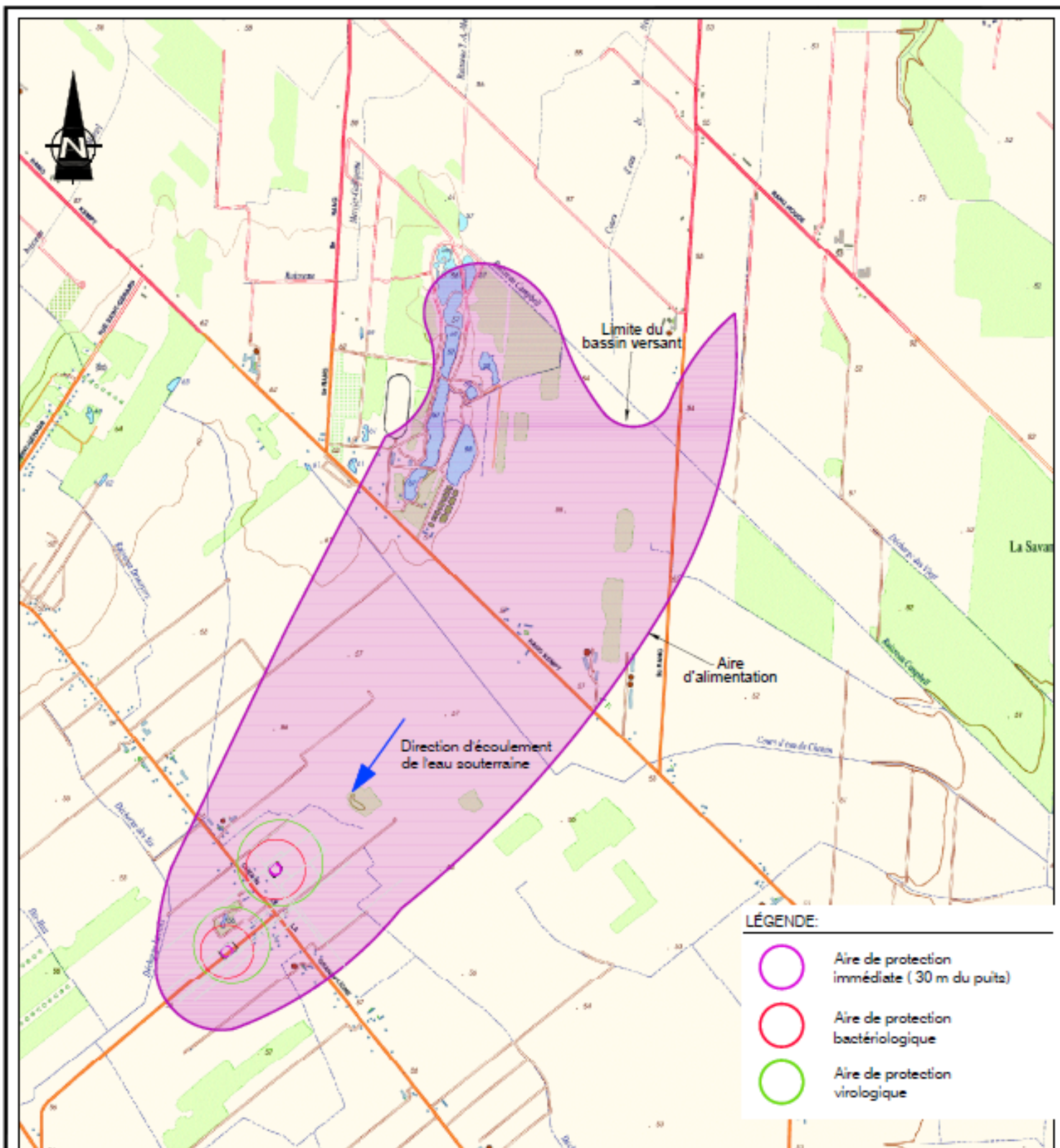
*AIRES DE PROTECTION ET INDICE DE VULNÉRABILITÉ DE LA
NAPPE D'EAU SOUTERRAINE EXPLOITÉE PAR LES 3 PUIITS DE
CAPTAGE DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE, QUÉBEC*



Golder Associés
 9200, boul. de l'Éclair, bureau 10
 Montréal (Québec) H4H 2T2
 Tél: (514) 383-0500 Fax: (514) 383-0332

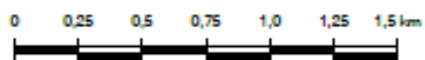
PÉRIMÈTRE DE PROTECTION ET AIRES DE
CAPTAGE

FIGURE
2



RÉFÉRENCE:

Carte bassin versant de la rivière Richelieu, MC Cormack, 1980



CONFIDENTIEL

Date:	2011-11-16	Échelle:	1 : 30 000
Dessiné par:	E. Gagnon	Projeté par:	V. Dallaire
Vérifié par:	V. Dallaire	Approuvé par:	M. Poulin
No. de dessin	1112230042-04	No. de projet	11-1223-0042



MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE

AIRES DE PROTECTION ET INDICE DE VULNÉRABILITÉ DE LA NAPPE D'EAU SOUTERRAINE EXPLOITÉE PAR LES 3 PUIITS DE CAPTAGE DE LA MUNICIPALITÉ DE SAINT-ALEXANDRE, QUÉBEC

ANNEXE

6

TABLEAU SIH



Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
1982-100-39907255	647429	5011620	10,7	-3,35	3,7	ARGL_Inconnu	2,7	SABL_Inconnu	4,3	ROCH_Inconnu		
1982-100-45207381	647459	5011390	6,1	-0,91	0,6	TERR_Inconnu	1,8	ARGL_Inconnu	0,6	GRAV_Inconnu	3	ROCH_Inconnu
1984-100-45203577	647479	5010820	35,4	-0,61	4,6	ARGL_Inconnu	5,8	SABL/BLO_Inconnu	25	ROCH_Inconnu		
1982-100-31207270	647529	5008920	36,6	-3,05	3	TERR_Inconnu	3	ARGL_Inconnu	9,1	GRAV_Inconnu	21,3	ROCH_Inconnu
1982-100-12207268	647529	5011020	23,8	-3,35	11	SABL/ARG_Inconnu	12,8	ROCH_Inconnu				
1982-100-31207271	647529	5011820	32	-4,57	3	TERR_Inconnu	6,1	ARGL_Inconnu	2,1	GRAV_Inconnu	20,7	ROCH_Inconnu
1978-100-27921206	647579	5010970	5,2	-0,91	1,5	GRAV_Inconnu	3,7	ROCH_Inconnu				
2001-110-52602775	647618	5009620	22,9	-3,66	20,4	ARGL/BLO_Inconnu	2,4	ROCH_Inconnu				
1982-100-24007338	647579	5011520	10,7	-3,05	4,9	ARGL_Inconnu	1,2	SABL_Inconnu	4,6	ROCH_Inconnu		
1985-100-39701456	647629	5009970	13,1	-1,83	4,6	GRAV/GRO_Inconnu	3	GRAV/FIN_Inconnu	5,5	ROCH_Inconnu		
1981-100-39904505	647629	5010520	11,3	-6,4	3,7	ARGL_Inconnu	3	ROCH_Inconnu				
1978-100-31221214	647629	5010620	32	-1,52	11,3	TERR_Inconnu	1,5	SABL_Inconnu	19,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-27907367	647629	5011170	18,9	-1,83	3,6	GRAV_Inconnu	6,1	SABL_Inconnu	1,5	GRAV_Inconnu	7,6	ROCH_Inconnu
1978-100-10621200	647629	5011270	29,9	-1,52	3	DEPO_Inconnu	7,6	SABL_Inconnu	19,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-39908790	647629	5011720	6,1	-3,35	1,8	ARGL/SAB_Inconnu	2,4	ROCH_Inconnu				
1982-100-39907018	647529	5016120	11	-3,05	1,5	TERR_AVEC_SABL	1,5	ROCH_Inconnu				
1982-100-39907256	647729	5007620	14,3	-2,74	4,3	GRAV_Inconnu	2,1	ROCH_Inconnu				
1982-100-27907286	647629	5012070	25,6	-3,35	0,9	TERR_Inconnu	3,7	SABL_Inconnu	0,3	GRAV_Inconnu	20,7	ROCH_Inconnu
1978-100-12221247	647659	5010870	23,2	-1,52	12,2	SABL/ARG_Inconnu	11	ROCH_Inconnu				
1982-100-27907365	647679	5011270	11,6	-2,13	1,5	GRAV_Inconnu	8	SABL/FIN_Inconnu	2,1	ROCH_Inconnu		
1984-100-12103745	647679	5013820	9,8	-2,74	3,4	TERR_Inconnu	6,4	ROCH_Inconnu				
1982-100-27907311	647779	5009770	7,9	-1,4	1,2	GRAV_Inconnu	3,7	SABL_Inconnu	3	ROCH_Inconnu		
2006-150-27300019	647787	5009800	99,1	-3,66	1,2	TERR_Inconnu	5,5	ARGL_PASSANTA_SABL/GRA	92,4	SHLE_Inconnu		
1982-100-12108663	647729	5013470	7,6	-1,22	1,8	TERR_AVEC_BLOC	1,8	ARGL_Inconnu	4	ROCH_Inconnu		
1982-100-16106967	647729	5013920	28,7	Inconnu	10,4	ARGL_Inconnu	18,3	SHLE_Inconnu				
1992-120-52602790	647845	5009470	34,1	-1,83	7,6	ARGL/BLO_Inconnu	1,5	ARGL/GRA_Inconnu	1,2	ARGL/BLO_Inconnu	23,8	ROCH_Inconnu
1982-100-27908666	647829	5010620	15,2	-0,91	6,1	ARGL_Inconnu	9,1	GRAV_Inconnu	0,3	ROCH_Inconnu		
1978-100-27921231	647829	5010970	8,8	-0,61	2,4	ARGL_Inconnu	3	SABL_Inconnu	2,4	GRAV_Inconnu	0,9	ROCH_Inconnu
1978-100-12221248	647829	5010990	19,5	-2,13	3,7	SABL/GRA_AVEC_BLOC	9,4	SABL/ARG_Inconnu	6,4	ROCH_Inconnu		
1982-100-39907253	647929	5007320	20,7	-4,57	5,5	TERR_AVEC_SABL	1,8	ROCH_Inconnu	13,4	ROCH_Inconnu		
1982-100-39908770	647929	5007620	23,5	-2,44	4,6	GRAV_Inconnu	3,7	ARGL/BLO_Inconnu	14,9	ROCH_Inconnu		
1992-120-27903671	647845	5011620	13,7	-1,83	2,4	ARGL_Inconnu	3,7	SABL_Inconnu	3,3	SABL/GRA_Inconnu	4,3	ROCH_Inconnu
1978-100-27921223	647809	5013540	9,1	-0,61	2,1	ARGL_Inconnu	6,4	SABL_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu		
Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
1984-100-12103725	647779	5015320	11,3	-2,44	2,4	TERR_Inconnu	2,1	SABL_Inconnu	6,7	ROCH_Inconnu		
1982-100-27907366	647879	5011120	12,2	-1,22	2,4	ARGL_Inconnu	6,7	sable/gravier	3	ROCH_Inconnu		
1978-100-13521241	647879	5011420	42,7	Inconnu	9,8	SABL_Inconnu	32,9	SHLE_Inconnu				
1984-100-27903640	647829	5013820	12,5	-1,83	0,6	DEPO_Inconnu	1,8	GRAV_Inconnu	1,2	SABL_Inconnu	8,8	ROCH_Inconnu
1978-100-39921253	647829	5014170	4,9	-1,52	1,2	SABL_Inconnu	3,7	ROCH_Inconnu				
1984-100-42002766	647829	5014220	70,1	Inconnu	6,1	SABL_Inconnu	64	ROCH_Inconnu				
1981-100-39905803	647929	5010420	17,7	-3,35	5,2	TERR_Inconnu	6,7	SABL/BLO_Inconnu	5,8	ROCH_Inconnu		
1984-100-12103724	647829	5015220	7,3	-2,44	2,4	TERR_Inconnu	4,9	ROCH_Inconnu				
1982-100-12108996	647829	5015320	7,9	0	5,2	TERR_AVEC_GRAV	1,5	SABL_Inconnu	1,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-12108997	647829	5015330	13,1	0	6,7	TERR_Inconnu	0,3	BLOC_Inconnu	6,1	ROCH_Inconnu		
1984-100-42002612	647929	5011220	13,7	Inconnu	3	DEPO_Inconnu	10,7	ROCH_Inconnu				
1978-100-31221222	647929	5011320	45,7	-2,44	7	sabl/grav	38,7	ROCH_Inconnu				
1982-100-27907306	647929	5011420	20,7	-1,83	0,9	TERR_Inconnu	12,2	GRAV_Inconnu	7,3	ROCH_Inconnu		
1978-100-12121196	647879	5014920	4,6	-1,22	3,4	DEPO_Inconnu	1,2	ROCH_Inconnu				
2009-150-52500002	647917	5014590	32	-3,66	6,4	ARGL/SAB_Inconnu	25,6	ROCH_Inconnu				
1984-100-42002611	648158	5004950	13,7	Inconnu	10,7	SABL_Inconnu	3	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050252	647929	5014770	5,2	-2,44	4,6	DEPO_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu				
1978-100-27921225	647929	5015020	5,5	-0,3	1,2	TERR_Inconnu	3	SABL_Inconnu		GRAV_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu
1982-100-12108995	647979	5013920	10,1	-1,22	4,3	TERR_AVEC_GRAV	5,8	ROCH_Inconnu				
1978-100-12121376	647929	5016070	7,9	-1,83	4,9	DEPO_PASSANTA_BLOC	3	ROCH_Inconnu				

Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
1981-100-39904479	648929	5010320	11,3	-4,88	4,6	ARGL_Inconnu	6,4	ROCH_Inconnu				
1985-100-39703045	648879	5012870	10,4	-4,57	1,2	TERR_Inconnu	1,8	ROCH_Inconnu	7,3	ROCH_Inconnu		
1982-200-10100049	648779	5017170	5,9	-2,26	2,4	REMB_Inconnu	1,8	SABL/FIN_AVEC_SABL/MOY	1,5	SABL/gros	0,2	SHLE_Inconnu
1985-100-27902469	648849	5014510	9,1	-1,22	1,5	TERR_Inconnu	3	ARGL_Inconnu	3	SABL/GRA_Inconnu	1,5	ROCH_Inconnu
2000-110-52607758	648860	5014820	21,3	-3,05	11,3	ARGL_Inconnu	10,1	ROCH_Inconnu				
1982-100-45207029	648979	5010370	6,4	-1,83	0,9	TERR_Inconnu	0,9	ARGL_Inconnu	2,7	SABL/BLO_Inconnu	1,8	ROCH_Inconnu
1982-200-10100060	649029	5012120	5,2	-3,62	0,8	SABL/GRA_Inconnu	1,62	SABL/ARG_Inconnu	1,5	SABL/BLO_Inconnu	1,2	SHLE_Inconnu
1996-100-39700582	648929	5017520	7,9	-0,91	4	GRAV/GRO_Inconnu	4	ROCH_Inconnu				
1981-100-39905804	649129	5009820	11	-3,05	2,7	TERR_AVEC_SABL	5,8	ARGL_Inconnu	0,9	BLOC_Inconnu	1,5	ROCH_Inconnu
1982-100-31208755	649229	5010220	56,4	Inconnu	1,2	TERR_Inconnu	11,3	SABL_Inconnu	43,9	ROCH_Inconnu		
2010-150-52600014	649339	5009060	21,3	-3,05	4,6	SABL_AVEC_GRAV	3	SABL/ARG_AVEC_GRAV	13,7	ROCH_Inconnu		
1982-100-27908793	649479	5012320	10,7	-1,83	0,9	TERR_Inconnu	1,2	ARGL_Inconnu	6,1	SABL_Inconnu	2,4	ROCH_Inconnu
1982-100-27907304	649579	5009570	9,1	-1,22	1,2	GRAV_Inconnu	7,3	SABL_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu		
1978-300-10050259	649529	5012370	24,4	Inconnu	3	DEPO_Inconnu	21,3	ROCH_Inconnu				
1992-120-52605202	649545	5012320	33,5	-3,05	3	DEPO_Inconnu	5,5	ARGL/BLO_Inconnu	25	ROCH_Inconnu		
Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
2000-110-52607731	649564	5013470	42,7	-2,44	1,2	DEPO_Inconnu	3	ARGL/SAB_Inconnu	38,4	ROCH_Inconnu		
1978-100-12221212	649844	5011970	21,3	-2,74	8,8	SABL/ARG_Inconnu	2,1	GRAV_Inconnu	10,4	ROCH_Inconnu		
1982-100-39910023	649929	5011620	11,3	-3,96	5,5	DEPO_AVEC_SABL	5,8	ROCH_Inconnu				
1981-100-39904504	649979	5010870	10,4	-2,44	4	ARGL_Inconnu	6,4	ROCH_Inconnu				
1981-100-39904490	649979	5011970	11,9	-4,57	4,6	ARGL_Inconnu	4,6	ROCH_Inconnu	2,7	ROCH_Inconnu		
1981-100-39904503	649979	5012020	8,2	-3,66	6,4	ARGL_Inconnu	1,8	ROCH_Inconnu				
1978-100-18921304	649929	5015220	39,9	-3,66	2,4	TERR_Inconnu	8,2	GRAV_PASSANTA_BLOC	29,3	ROCH_Inconnu		
1985-100-42007740	650029	5011220	13,7	Inconnu	6,1	SABL/BLO_Inconnu	7,6	ROCH_Inconnu				
2020-150-76410001	649978	5016130	30,5	-1,22	9,8	SABL_Inconnu	20,7	ROCH_Inconnu				
1984-100-52202752	650029	5014420	10,4	Inconnu	3,4	ARGL_Inconnu	0,3	SABL_Inconnu	0,3	GRAV_Inconnu	6,4	ROCH_Inconnu
1978-100-12121319	650029	5016320	5,2	-1,83	3,7	ARGL_PASSANTA_SABL	1,5	ROCH_Inconnu				
1978-100-12221347	650029	5017320	20,4	-4,27	11,3	SABL_Inconnu	9,1	ROCH_Inconnu				
2000-110-52607730	650051	5017420	35,1	-2,44	12,2	ARGL_Inconnu	22,9	ROCH_Inconnu				
2016-150-76400023	650116	5014730	30,5	-1,22	3	TERR_Inconnu	9,8	ARGL_Inconnu	17,7	ROCH_Inconnu		
1978-200-10130706	650129	5015120	20,4	Inconnu	1,8	GRAV/GRO_AVEC_GRAV/SIL	2,1	GRAV/ARG_Inconnu	5,5	ARGL/SIL_Inconnu	11	SHLE_Inconnu
1985-300-10001571	650089	5017080	6,7	-1,52	3	SABL/GRA_Inconnu	3,7	ROCH_Inconnu				
2022-150-76400006	650084	5017470	38,1	-1,22	8,5	ARGL_Inconnu	29,6	ROCH_Inconnu				
2006-150-12900019	650157	5014470	32	-1,83	9,1	ARGL_Inconnu	22,9	ROCH_Inconnu				
1981-100-27904472	650244	5012020	7,9	-1,83	1,2	SABL_Inconnu	2,4	GRAV_Inconnu	4,3	ROCH_Inconnu		
1982-100-17308677	650129	5016970	62,5	-3,66	9,1	ARGL_Inconnu	53,3	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050256	650329	5009020	15,2	Inconnu	4,6	DEPO_Inconnu	10,7	SHLE_Inconnu				
1992-120-52605208	650145	5017170	15,2	-2,44	11,3	DEPO_Inconnu	4	ROCH_Inconnu				
1982-100-39708782	650279	5011720	15,8	-3,66	1,2	ARGL_Inconnu	14,6	ROCH_Inconnu				
1978-100-27921209	650379	5008270	20,4	-0,61	3,9	SABL_Inconnu	2,4	ARGL_Inconnu	5,5	SABL_Inconnu	8,5	ROCH_Inconnu
1978-100-39921360	650179	5016720	6,1	-1,22	5,5	ARGL_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu				
1984-100-39706849	650329	5011670	22,9	-1,52	1,2	TERR_Inconnu	21,6	ROCH_Inconnu				
1982-200-10100063	650379	5009920	14	Inconnu	1,8	SABL/GRA_Inconnu	5,5	ARGL/SAB_AVEC_GRAV	5,7	SABL/FIN_Inconnu	1,1	SHLE_Inconnu
1986-100-52601256	650479	5008420	19,8	-2,44	12,2	ARGL_Inconnu	3	SABL_Inconnu	4,6	ROCH_Inconnu		
1982-100-39906962	650329	5016320	9,1	-3,05	8,8	ARGL_Inconnu	0,3	ROCH_Inconnu				
2004-120-52514073	650445	5011620	15,2	-1,22	1,5	TERR_AVEC_BLOC	1,8	ROCH_Inconnu	11,9	ROCH_Inconnu		
1978-100-15021188	650529	5008320	38,1	-4,27	9,1	ARGL_Inconnu	6,7	SABL_Inconnu	22,3	ROCH_Inconnu		
1982-100-27302670	650629	5011420	38,1	-0,61	4,6	SABL_Inconnu	33,5	ROCH_Inconnu				
1982-200-10100050	650629	5017070	9	-0,66	8,4	SABL/FIN_AVEC_SILT/ARG	0,6	SHLE_Inconnu				
2004-120-52614056	650942	5007770	33,5	-2,44	14	ARGL/BLO_Inconnu	19,5	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050258	651029	5010770	18,3	Inconnu	3	DEPO_Inconnu	15,2	ROCH_Inconnu				
1978-100-13522511	651179	5004620	39,9	Inconnu	3,7	DEPO_Inconnu	36,3	ROCH_Inconnu				
1982-100-45208781	651109	5007800	22,3	Inconnu	9,4	ARGL_Inconnu	12,8	ROCH_Inconnu				
2011-150-62401079	651061	5010830	85,4	-1,52	8,2	ARGL_Inconnu	77,1	SHLE_Inconnu				

Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
2000-110-52614012	651169	5007620	28	-2,44	15,2	ARGL_Inconnu	12,8	ROCH_Inconnu				
1978-100-13522515	651279	5004820	29	Inconnu	2,7	DEPO_Inconnu	26,2	ROCH_Inconnu				
1982-100-17307057	651029	5017020	62,5	-3,66	9,1	ARGL_Inconnu	53,3	ROCH_Inconnu				
1982-200-10100059	651179	5012220	6,7	Inconnu	2,1	ARGL/SAB_Inconnu	3,8	SABL/GRA_AVEC_ARGL	0,8	SHLE_Inconnu		
1978-100-27922542	651429	5004520	4,3	-0,61	3,6	GRAV_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu				
1978-100-29922540	651429	5005620	18,3	-3,05	3	GRAV_Inconnu	15,2	ROCH_Inconnu				
1982-100-27909035	651329	5010670	8,5	-0,61	3,3	ARGL_Inconnu	3,6	SABL_Inconnu	1,5	ROCH_Inconnu		
Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
1978-100-29922529	651429	5007020	24,4	-4,57	14,6	GRAV_Inconnu	9,8	ROCH_Inconnu				
1978-100-10622504	651479	5005270	21,3	-2,44	3,7	GRAV_Inconnu	17,7	ROCH_Inconnu				
2014-150-52600018	651359	5016350	65,5	-2,44	10,7	ARGL_Inconnu	0,6	SABL/GRA_PASSANTA_ARGL	54,3	ROCH_Inconnu		
1996-100-42001002	651569	5008220	50,3	Inconnu	6,1	DEPO_Inconnu	44,2	ROCH_Inconnu				
1982-100-27908765	651529	5010120	24,4	-6,1	12,1	GRAV_Inconnu	12,2	ROCH_Inconnu				
2013-150-76400008	651406	5015490	22,6	-1,22	7,3	ARGL_Inconnu	15,2	ROCH_Inconnu				
1982-100-31207261	651529	5010620	15,2	-3,05	7,9	ARGL_Inconnu	7,3	ROCH_Inconnu				
1978-100-13521305	651494	5012670	26,2	-3,66	3,7	SILT_Inconnu	0,6	SHLE_Inconnu	21,9	ROCH_Inconnu		
2000-110-52607750	651618	5010470	21,3	-2,44	10,4	ARGL_Inconnu	11	ROCH_Inconnu				
1992-120-536000393	651645	5010620	30,5	-3,05	6,4	DEPO_Inconnu	24,1	ROCH_Inconnu				
1978-100-27921207	651629	5011420	6,1	-0,61	5,7	SABL/BLO_Inconnu	0,3	ROCH_Inconnu				
2004-120-53623085	651740	5006820	31,1	-2,13	8,2	TERR_Inconnu	22,9	ROCH_Inconnu				
1978-100-35722527	651729	5007320	20,1	-4,57	12,8	ARGL_Inconnu	7,3	SHLE_Inconnu				
1982-200-10100045	651629	5014470	11,3	Inconnu	6,4	SABL/ARG_Inconnu	2,7	GRAV/SAB_Inconnu	2,1	SHLE_Inconnu		
1984-100-12108808	651629	5015070	14,9	-3,05	8,8	ARGL/SAB_AVEC_BLOC	6,1	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050257	651829	5011020	13,7	Inconnu	3	DEPO_Inconnu	10,7	ROCH_Inconnu				
1982-100-42008788	651829	5011720	25,9	Inconnu	4,9	ARGL_Inconnu	1,2	GRAV_Inconnu	19,8	ROCH_Inconnu		
1978-100-12221316	651729	5016970	30,5	-1,52	3	ARGL_Inconnu	3	GRAV/GRO_Inconnu	24,4	ROCH_Inconnu		
1978-100-12222576	651829	5013820	9,4	-1,83	3,7	DEPO_Inconnu	5,8	ROCH_Inconnu				
1982-100-46308986	651779	5017270	8,5	-2,44	0,3	REMB_Inconnu	5,8	SABL_Inconnu	2,4	ROCH_Inconnu		
2015-150-52600013	651900	5015810	33,5	Inconnu	4,6	SABL_Inconnu	9,1	ARGL_AVEC_GRAV/SAB	19,8	ROCH_Inconnu		
2004-150-61900002	651866	5017260	24,4	-2,74	1,2	SABL_Inconnu	7,9	ARGL_Inconnu	15,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-12108679	651879	5017320	11,3	-2,74	9,8	ARGL/SAB_Inconnu	1,5	ROCH_Inconnu				
1982-100-12108680	651879	5017370	18,3	-2,74	4,6	ARGL_Inconnu	5,5	SABL_Inconnu	8,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-12210149	652029	5013620	45,7	-2,44	7	SABL_Inconnu	38,7	ROCH_Inconnu				
2012-150-63500027	651994	5016370	48,8	-4,57	9,1	ARGL_Inconnu	39,6	ROCH_Inconnu				
2004-120-52614058	652239	5006220	45,7	-3,66	6,1	ARGL_Inconnu	0,9	SABLE_GRAVIER	38,7	ROCH_Inconnu		
1978-100-12121330	652029	5016820	10,1	-1,83	3,7	ARGL_Inconnu	4,3	SABLE_GRAVIER	2,1	ROCH_Inconnu		
2007-150-12900002	652024	5017520	30,5	-2,44	9,1	ARGL_Inconnu	21,3	ROCH_Inconnu				
1978-100-12222567	652329	5009420	32	-2,13	8,8	SABL/ARG_Inconnu	23,2	ROCH_Inconnu				
2020-150-52000007	652236	5013330	121,93	-3,05	6,1	ARGL/SAB_Inconnu	115,9	ROCH_Inconnu				
1978-100-12122507	652429	5005970	8,8	-1,52	3,7	ARGL_Inconnu	4,6	SABLE_GRAVIER	0,6	SHLE_Inconnu		
2000-110-52608265	652470	5005420	47,3	-2,44	0,9	DEPO_Inconnu	4,6	ARGL_Inconnu	41,8	ROCH_Inconnu		
1982-200-10100066	652479	5005170	4,3	Inconnu	1,2	ARGL_Inconnu	2,3	SABLE_GRAVIER	0,7	SHLE_Inconnu		
2004-120-52622999	652539	5006020	15,2	-2,44	11,6	ARGL_Inconnu	3,7	ROCH_Inconnu				
2018-150-63100262	652559	5005860	91,5	0,31	2,4	TILL_Inconnu	6,1	ARGL/BLO_Inconnu	82,9	ROCH_Inconnu		
1978-300-10050889	652529	5007520	12,2	Inconnu	12,2	DEPO_Inconnu	0	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050888	652529	5007720	30,5	Inconnu	9,1	TERR_Inconnu	6,1	ARGL_Inconnu	15,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-29910112	652579	5005870	18,3	-2,13	11,6	GRAV_Inconnu	6,7	ROCH_Inconnu				
2011-150-64900027	652576	5007320	30,5	-3,05	11,9	ARGL_Inconnu	18,6	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050887	652529	5009570	9,8	Inconnu	9,1	TERR_Inconnu	0,6	ROCH_Inconnu				
1984-100-12206153	652629	5007520	23,8	-2,74	14,6	ARGL_Inconnu	9,1	ROCH_Inconnu				
2001-110-52602774	652720	5005870	18,3	-2,44	9,1	ARGL/BLO_Inconnu	9,1	ROCH_Inconnu				
2006-150-52600014	652558	5013110	61	-6,1	1,8	SABL_Inconnu	17,8	ARGL/GRA_Inconnu	41,3	ROCH_Inconnu		
1978-100-12222556	652729	5006020	19,8	-2,13	3,4	ARGILE	16,5	ROCH_Inconnu				
Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4

Identifiant du puits	x	y	Profondeur sondage (m)	Niveau d'eau mesuré (m)	Épaisseur - Unité 1 (m)	Description - Unité 1	Épaisseur - Unité 2 (m)	Description - Unité 2	Épaisseur - Unité 3 (m)	Description - Unité 3	Épaisseur - Unité 4 (m)	Description - Unité 4
1984-100-12103667	652629	5015970	9,4	-3,66	4,9	ARGL_Inconnu	3	SABLE_GRAVIER	1,5	ROCH_Inconnu		
1982-100-12208701	652729	5012820	36,6	-3,66	20,1	ARGILE	16,5	ROCH_Inconnu				
1982-100-12110146	652729	5015920	8,5	-1,83	3	ARGILE	3,4	SABLE_GRAVIER	2,1	ROCH_Inconnu		
1982-100-12108678	652779	5015870	12,5	-2,74	6,1	SABL_Inconnu	1,8	GRAV/BLO_Inconnu	4,6	ROCH_Inconnu		
1978-100-13521306	652779	5015920	35,4	-3,05	0,9	ARGILE	8,2	TERR_PASSANTA_BLOC	26,2	ROCH_Inconnu		
1978-100-13522565	652979	5009170	32	-1,83	8,5	DEPO_Inconnu	23,5	ROCH_Inconnu				
1978-300-10050894	653129	5005120	94,5	Inconnu	12,2	DEPO_Inconnu	82,3	ROCH_Inconnu				
1978-100-29922535	653129	5005420	22,3	-3,05	5,8	SABLE_GRAVIER	16,5	ROCH_Inconnu				
1978-200-10130702	652929	5015570	43,3	Inconnu	4,6	ARGILE	3,4	SABLE_GRAVIER	35,4	SHLE_Inconnu		
1978-300-10050885	653129	5009020	9,1	Inconnu	7,3	TERR_Inconnu	1,8	ROCH_Inconnu				
1996-100-39700594	653229	5015320	8,5	-2,13	7	SABLE_GRAVIER	0,6	GRAV_Inconnu	1,5	ROCH_Inconnu		
1978-300-10050912	653329	5012570	22,9	Inconnu	19,8	DEPO_Inconnu	3	ROCH_Inconnu				
1982-100-12902494	653229	5017470	15,2	-1,52	1,8	GRAV_Inconnu	13,4	ROCH_Inconnu				
1985-100-52601687	653429	5014320	18,3	-4,57	4,6	ARGL_Inconnu	3,3	SABLE_GRAVIER	10,4	ROCH_Inconnu		
1982-200-10100065	653629	5007420	9,1	-1,16	6,7	ARGL/SAB_AVEC_GRAV	1,5	SABL/GRA_Inconnu	0,9	SHLE_Inconnu		
1982-200-10100068	653479	5014120	5,8	-3,16	2,4	SABL/ARG_Inconnu	0,6	SABLE_GRAVIER	2	SABL/MOY_Inconnu	0,8	SHLE_Inconnu
1984-100-12103659	653479	5014870	5,5	-3,66	3	ARGL/GRA_Inconnu	1,2	DEPO_Inconnu	1,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-37707013	653479	5014970	16,2	-2,44	0,9	TERR_Inconnu	4,6	ARGL_Inconnu	1,8	SABL_Inconnu	8,8	ROCH_Inconnu
1981-100-12208457	653729	5004820	16,5	-1,52	3,7	SABL/ARG_Inconnu	12,8	ROCH_Inconnu				
2001-110-52602776	653669	5009020	22,9	-2,44	0,9	DEPO_Inconnu	3	ARGL/BLO_Inconnu	18,9	ROCH_Inconnu		
1982-100-37710150	653529	5014920	16,2	-2,44	6,1	SABL_Inconnu	1,2	ARGL_Inconnu	8,8	ROCH_Inconnu		
1978-100-13522564	653679	5008920	22,3	-1,52	6,7	DEPO_Inconnu	15,5	ROCH_Inconnu				
2000-110-52607706	653560	5014920	45,7	-2,44	1,5	DEPO_Inconnu	4	ARGL/BLO_Inconnu	40,2	ROCH_Inconnu		
1982-100-12207339	653629	5012220	36,6	-3,66	14,6	SABL_AVEC_ARGL	21,9	ROCH_Inconnu				
1992-120-52605207	653595	5014720	18,3	-2,44	0,6	TERR_Inconnu	6,4	ARGL/BLO_Inconnu	11,3	ROCH_Inconnu		
1982-200-10100052	653729	5016820	14,3	Inconnu	2,1	REMB_Inconnu	3,9	ARGL_Inconnu	8,1	SABL/FIN_PASSANTA_SABL/GRO	0	SHLE_Inconnu
2012-150-76400010	653946	5008960	32,6	-6,1	7,3	SABL_Inconnu	25,3	ROCH_Inconnu				
2020-150-76400022	653824	5016110	30,5	-1,22	9,1	SABL_Inconnu	21,3	ROCH_Inconnu				
1992-120-27903672	654045	5011420	11,6	-1,22	0,9	DEPO_Inconnu	1,5	ARGL_Inconnu	3,7	SABL_Inconnu	5,5	ROCH_Inconnu
1982-100-12110145	654129	5014820	6,4	-1,52	1,5	ARGL_Inconnu	3,7	ROCH_Inconnu				

ANNEXE

7

PLAN D'URBANISME





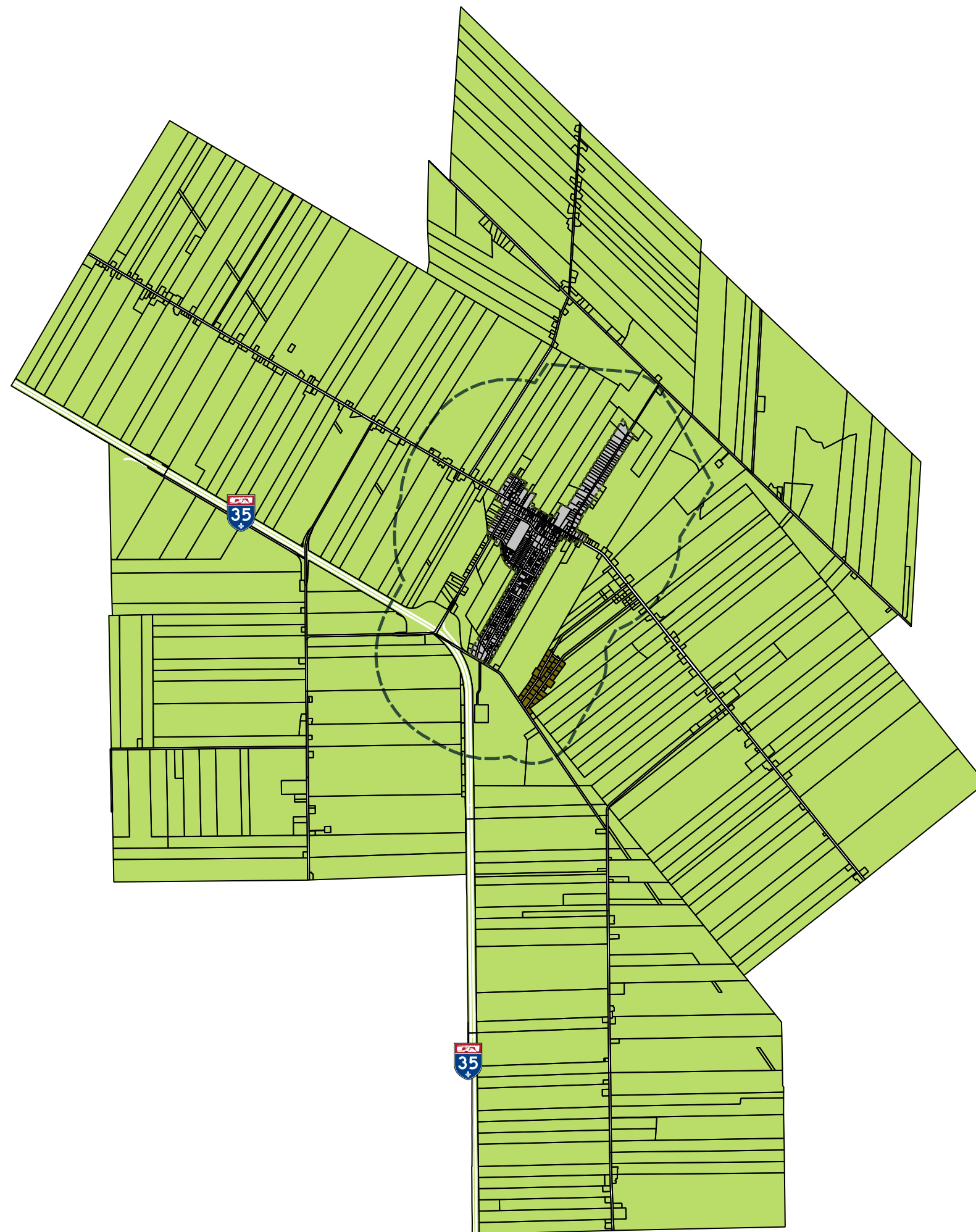
MUNICIPALITÉ DE
SAINT-ALEXANDRE







453, rue Saint-Denis
Saint-Alexandre, Québec
J0J 1S0
Tél : 450 346-6641
Fax : 450 346-0538

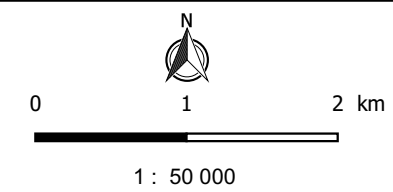
PLAN D'URBANISME # 20-365

PLAN 3

La zone agricole et ses particularités



-  Zone agricole permanente
-  Zone tampon agricole
-  Zone de consolidation résidentielle
-  Périmètre d'urbanisation
-  Limites de lot
-  Réseau routier



Réalisation : Philippe Meunier
Pour : La municipalité de Saint-Alexandre
Date : mai 2020

Sources :
Municipalité de Saint-Alexandre, 2018
Gouvernement du Québec, 2019



Annexe 7

Tableaux de compilation des résultats

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

Nom de l'aire de protection évaluée	Plage d'indices DRASTIC	Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus	Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection évaluée
Immédiate	180	Voir la figure 3	Élevé
Intermédiaire	185 (Bactériologique)	Voir la figure 3	Élevé
Intermédiaire	185 (Virologique)	Voir la figure 3	Élevé
Éloignée	185	Voir la figure 3	Élevé

Numéro de l'activité	Catégorie de contrainte	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
8	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	X
8	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Élevé	
8	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
8	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
10	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	
10	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	X
10	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Élevé	
10	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
10	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
16	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	
16	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	X
16	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Élevé	
16	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
16	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
20	Commerciale	Garage agricole	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques.	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
20	Commerciale	Garage agricole	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques.	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
20	Commerciale	Garage agricole	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques.	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
21	Loisir - Récréatif	Champ de tir non connecté au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
21	Loisir - Récréatif	Champ de tir non connecté au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
21	Loisir - Récréatif	Champ de tir non connecté au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
21	Loisir - Récréatif	Champ de tir non connecté au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
22	Terrain contaminé	Sol contaminé	Contamination par des hydrocarbures pétroliers et autres substances inorganiques	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X

Numéro de l'activité	Catégorie de contrainte	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
22	Terrain contaminé	Sol contaminé	Contamination par des hydrocarbures pétroliers et autres substances inorganiques	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
23	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
23	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
23	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
23	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
24	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
24	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
24	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
24	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
26	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
26	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
26	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
26	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
28	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
28	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
28	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
28	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
29	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
29	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
29	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
29	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
34	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X

Numéro de l'activité	Catégorie de contrainte	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
34	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
34	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
34	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
35	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
35	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
35	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
35	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
36	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
36	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
36	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
36	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
37	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
37	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
37	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
37	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
38	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Élevé	X
38	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Élevé	
38	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Élevé	
38	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Élevé	
40	Services et infrastructures	Champ de tir	Utilisation et contamination probable par du plomb, des hydrocarbures pétroliers, des produits chimiques et d'autres substances organiques et inorganiques	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
40	Services et infrastructures	Champ de tir	Utilisation et contamination probable par du plomb, des hydrocarbures pétroliers, des produits chimiques et d'autres substances organiques et inorganiques	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
40	Services et infrastructures	Champ de tir	Utilisation et contamination probable par du plomb, des hydrocarbures pétroliers, des produits chimiques et d'autres substances organiques et inorganiques	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	

Numéro de l'activité	Catégorie de contrainte	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
41	Transport	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	Circulation de véhicules et utilisation probable de sels de voirie et/ou abrasifs	4530	Artère principale	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Sels de voirie et abrasifs	Élevé	X
2	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
2	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
2	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
2	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
6	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
6	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
6	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
6	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
7	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
7	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
7	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
7	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
9	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
9	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
9	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
9	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
11	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
11	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
11	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
11	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
12	Agricole	Champs en culture	Entreposage et épandage probables de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X

Numéro de l'activité	Catégorie de contrainte	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
18	Agricole	Élevage	Épandage probable de fumier, d'engrais minéraux et utilisation d'équipements fonctionnant aux hydrocarbures pétroliers	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
19	Autre	Stockage divers	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Faible	
19	Autre	Stockage divers	Utilisation et entreposage probables de produits pétroliers et de produits chimiques	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Faible	X
25	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
25	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
25	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
27	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
27	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
27	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
30	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
30	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
30	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
31	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
31	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
31	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
32	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
32	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
32	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
33	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
33	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
33	Résidentielle	Résidence non connectée au réseau d'égouts	Installation septique individuelle	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
42	Transport	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	Circulation de véhicules et utilisation probable de sels de voirie et/ou abrasifs	4530	Artère principale	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Sels de voirie et abrasifs	Moyen	X

Tableau A4-3 : Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent

Lettre associée à l'événement	Catégorie de contrainte	Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
AG	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Accès aux puits	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Moyen	X
AH	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Accès au champ de tir	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Moyen	X
U	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement d'hydrocarbures pétroliers associé à la génératrice	Génératrice à l'extérieur de la station de traitement	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Microorganismes	Moyen	X
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Nitres-nitrates	Moyen	
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Pesticides	Moyen	
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Autres substances organiques	Moyen	
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Autres substances inorganiques	Moyen	
V	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits d'observation	4831	LIGNE DE L'AQUEDUC	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Microorganismes	Moyen	X
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Nitres-nitrates	Moyen	
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Pesticides	Moyen	
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Autres substances organiques	Moyen	
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Autres substances inorganiques	Moyen	
W	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits d'observation	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
X	Gestion municipale de l'eau potable	Déversement de produits de traitement (mauvaise manipulation, mauvais dosage, etc.)	Station de traitement	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection immédiate	Autres substances inorganiques	Élevé	X
A	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Moyen	
A	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
A	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Moyen	
A	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
A	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	

Lettre associée à l'évènement	Catégorie de contrainte	Nom de l'évènement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'évènement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
A	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8133	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Faible	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitres-nitrates	Faible	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Faible	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	
AA	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Faible	
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitres-nitrates	Faible	
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Faible	
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	
AB	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Faible	
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitres-nitrates	Faible	
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Faible	
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	
AD	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
AE	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	4530	Artère principale	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Élevé	X
AE	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	4530	Artère principale	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Sels de voirie et abrasifs	Moyen	
C	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Moyen	

Lettre associée à l'évènement	Catégorie de contrainte	Nom de l'évènement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'évènement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
H	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
J	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Moyen	
J	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
J	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Moyen	
J	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
J	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
J	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Faible	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitres-nitrates	Faible	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Faible	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	
P	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
T	Commercial	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Garage agricole	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
T	Commercial	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Garage agricole	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
T	Commercial	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Garage agricole	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
Y	Autre	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Champ de tir	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
Y	Autre	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Champ de tir	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
Y	Autre	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champ de tir	7419	AUTRES ACTIVITÉS SPORTIVES	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microorganismes	Faible	
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitres-nitrates	Faible	
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Faible	

Lettre associée à l'évènement	Catégorie de contrainte	Nom de l'évènement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'évènement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Faible	
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Faible	
Z	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
AC	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitres-nitrates	Très faible	
AC	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Très faible	
AC	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Très faible	
AC	Ouvrage de captage privé	Déversement de produits chimiques et autres substances organiques et inorganiques	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Très faible	
AC	Ouvrage de captage privé	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Puits privé	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Faible	X
AF	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	4530	Artère principale	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Moyen	X
AF	Transport	Déversement d'hydrocarbures pétroliers et autres substances transportées	Circulation routière (Chemin de la Grande-Ligne, Rang Sainte-Marie)	4530	Artère principale	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Sels de voirie et abrasifs	Faible	
B	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
B	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
B	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
B	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
B	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
F	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
F	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
F	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
F	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
F	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
G	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
G	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8123	ÉLEVAGE DE PORCS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	

Lettre associée à l'évènement	Catégorie de contrainte	Nom de l'évènement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'évènement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
M	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
N	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
N	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Pesticides	Moyen	
N	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances organiques	Moyen	
N	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Autres substances inorganiques	Moyen	
N	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
O	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
O	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
O	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
O	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
O	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
Q	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
Q	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
Q	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
Q	Agricole	Déversement ou ruissellement de fumier, d'engrais minéraux et de pesticides	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
Q	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Champs en culture	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
R	Agricole	Déversement accidentel de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Nitrites/nitrates	Moyen	X
R	Agricole	Déversement accidentel de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides	Moyen	
R	Agricole	Déversement accidentel de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Moyen	
R	Agricole	Déversement accidentel de fumier, d'engrais minéraux et d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Moyen	
R	Agricole	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Élevage	8122	ÉLEVAGE DE BOVINS LAITIERS	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	
S	Autre catégorie/divers	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Entreposage divers	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances organiques	Faible	

Lettre associée à l'évènement	Catégorie de contrainte	Nom de l'évènement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'évènement potentiel	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
S	Autre catégorie/divers	Déversement accidentel de produits pétroliers et chimiques	Entreposage divers	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Autres substances inorganiques	Faible	
S	Autre catégorie/divers	Déversement d'hydrocarbures pétroliers	Entreposage divers	1000	LOGEMENT	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X

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

Municipalité	Zone	Nom de l'affectation/usage	Aire ou combinaison d'aires de protection que touche l'affectation	Affectation représentant un risque ou contribuant à la protection	Nom de l'activité anthropique permise représentant un risque	Description de la nature et de l'ampleur du risque associé à l'activité anthropique permise
Saint-Alexandre	A-4	A1 - Culture	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe d'usages réunit tout usage agricole qui s'apparente à la culture du sol et des végétaux ou qui s'apparente au fait de laisser le sol sous couverture végétale ou de l'utiliser à des fins sylvicoles (Céréales ou plantes oléagineuses, légumes, noix, fruits, floriculture ou horticulture ornementale, culture en serre, vignoble, acériculture, production de tourbe ou de gazon en plaques ou prélèvement de terre arable, foin ou fourrage, pépinière, sylviculture, cannabis, champignons)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en pesticides, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-4	A2 - Élevage	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les usages reliés à l'élevage des animaux et à la production animale (Pisciculture, apiculture, élevage de bovins laitiers, de bovins de boucherie, de poule à griller/gros poulets, poules pour la reproduction, de poulettes, de chèvres, de canards, de dindons, de chevaux, de lapins, de moutons, d'émeus, d'autruches, d'alpagas, de cervidés, d'oies, de bisons, de chiens ou autres canidés sans service de garde ou pension, de porcs, de veaux de lait, de visons, de renards, de sanglier et tout autre élevage ayant un coefficient d'odeur égal ou supérieur à 1)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en hydrocarbures pétroliers, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-4	A3 - Para-agricole	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les usages connexes à l'agriculture de nature industrielle ou commerciale (vente au détail de produits agricoles, de semences, d'engrais, réparation d'équipements, de pièces et de machinerie agricole, élevage et centre de dressage de chevaux, table champêtre, gîte touristique, dégustation, production, transformation, meunerie, épandage et drainage agricoles)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en hydrocarbures pétroliers, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-4	H6 - Maison mobile	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les maisons mobiles, les roulotte résidentielles rattachées à l'exploitation de la ferme	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en substances inorganiques et en substances organiques, avec la présence d'installations septiques individuelles. L'ampleur du risque dépend de la densité des résidences.
Saint-Alexandre	A-4	H7 - Habitation en zone agricole	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Habitation en zone agricole	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en substances inorganiques et en substances organiques, avec la présence d'installations septiques individuelles. L'ampleur du risque dépend de la densité des résidences.
Saint-Alexandre	A-6	A1 - Culture	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe d'usages réunit tout usage agricole qui s'apparente à la culture du sol et des végétaux ou qui s'apparente au fait de laisser le sol sous couverture végétale ou de l'utiliser à des fins sylvicoles (Céréales ou plantes oléagineuses, légumes, noix, fruits, floriculture ou horticulture ornementale, culture en serre, vignoble, acériculture, production de tourbe ou de gazon en plaques ou prélèvement de terre arable, foin ou fourrage, pépinière, sylviculture, cannabis, champignons)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en pesticides, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-6	A2 - Élevage	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les usages reliés à l'élevage des animaux et à la production animale (Pisciculture, apiculture, élevage de bovins laitiers, de bovins de boucherie, de poule à griller/gros poulets, poules pour la reproduction, de poulettes, de chèvres, de canards, de dindons, de chevaux, de lapins, de moutons, d'émeus, d'autruches, d'alpagas, de cervidés, d'oies, de bisons, de chiens ou autres canidés sans service de garde ou pension, de porcs, de veaux de lait, de visons, de renards, de sanglier et tout autre élevage ayant un coefficient d'odeur égal ou supérieur à 1)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en hydrocarbures pétroliers, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-6	A3 - Para-agricole	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les usages connexes à l'agriculture de nature industrielle ou commerciale (vente au détail de produits agricoles, de semences, d'engrais, réparation d'équipements, de pièces et de machinerie agricole, élevage et centre de dressage de chevaux, table champêtre, gîte touristique, dégustation, production, transformation, meunerie, épandage et drainage agricoles)	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en hydrocarbures pétroliers, en substances inorganiques et en substances organiques.
Saint-Alexandre	A-6	H6 - Maison mobile	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Cette classe comprend les maisons mobiles, les roulotte résidentielles rattachées à l'exploitation de la ferme	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en substances inorganiques et en substances organiques, avec la présence d'installations septiques individuelles. L'ampleur du risque dépend de la densité des résidences.
Saint-Alexandre	A-6	H7 - Habitation en zone agricole	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Habitation en zone agricole	Risque de contamination en microorganismes, en nitrites/nitrates, en substances inorganiques et en substances organiques, avec la présence d'installations septiques individuelles. L'ampleur du risque dépend de la densité des résidences.
Saint-Alexandre	AP-2	P3-01-07 Services publics	Aire de protection immédiate	Affectation représentant un risque	Cette classe d'usages réunit les services municipaux, gouvernementaux ou privés à incidence spécifiquement les activités liées à la gestion municipale de l'eau potable à l'usine de filtration de l'eau potable et aux puits municipaux	Risque de contamination en hydrocarbures pétroliers, en substances inorganiques et en substances organiques.

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

Identification du problème avéré	Description du problème avéré	Description des données ayant servi à définir le problème avéré	Indication des causes	Type de cause	Description de la cause	Aire ou combinaison d'aires de protection où est située la cause	Présence dans l'inventaire des activités anthropiques
Manque d'eau	Pénurie d'eau	Registre des événements du responsable du site de prélèvement	Demande en eau supérieure à la disponibilité	Démographie/Anthropique	Achat d'eau à la période printanière depuis 2020	Immédiate	oui

GRILLES DES USAGES ET NORMES PAR ZONE

USAGES AUTORISÉS	CLASSES ET SOUS-CLASSES D' USAGES PERMIS	A1	Culture	■											
		A2	Élevage		■										
		A3	Para-agricole			■									
		H6	Maison mobile					□							
		H7	Habitation en zone agricole							■					

BÂTIMENT	STRUCTURE	Isolée	■	■	■	■	■									
		Jumelée														
		Contiguë														
		DIMENSIONS ET SUPERFICIE	Hauteur en étage(s) minimale	1	1	1	1	1								
			Hauteur en étage(s) maximale	2	2	2	2	2								
			Hauteur en mètres minimale													
	Hauteur en mètres maximale															
	Largeur minimale (mètre) 1 étage		7,3	7,3	7,3	7,3	7,3									
	Largeur minimale (mètre) 2 étages et +		50	50	50	50	50									
	Superficie d'implantation au sol minimale (mètre carré)															
	Superficie d'implantation au sol maximale (mètre carré)															
	Superficie minimale de plancher (mètre carré)															
	Superficie maximale de plancher (mètre carré)															
	MARGES	Avant minimale (mètre)	9	9	9	9	9									
		Latérale minimale (mètre)	2	2	2	2	2									
		Total minimal des deux latérales (mètre)	6	6	6	6	6									
		Arrière minimale (mètre)	3	3	3	3	3									
	DENSITÉ / RAPPORTS	Coefficient d'emprise au sol maximal (C.E.S)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3									
		Nombre maximal de logements par bâtiment	-	-	-	-	1									
		Nombre minimal de logements à l'hectare pour la zone														

LOT	DIMENSIONS	Largeur frontale minimale (mètre)	50								
		Profondeur minimale (mètre)	-								
		Superficie minimale (mètre carré)	3 000								
SERVICES REQUIS A : Aqueduc E : Égout AE : Aqueduc et égout ND : Non desservi							ND				



ZONE (Plan général)

A-4

USAGE(S) SPÉCIFIQUEMENT EXCLU(S)

USAGE SPÉCIFIQUEMENT PERMIS

H6 : Limité aux maisons mobiles et roulottes rattachées à l'exploitation de la ferme

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

Article 14.8 du règlement de zonage

RÈGLEMENTATION PARTICULIÈRE

Ancienne(s) zone(s) au règlement 06-171

504, 505 (P) et 522 (P)

NOTES PARTICULIÈRES

Numéro de note	Détails

AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro d'article	Description de la modification	Date d'entrée en vigueur

GRILLES DES USAGES ET NORMES PAR ZONE



USAGES AUTORISÉS	CLASSES ET SOUS-CLASSES D'USAGES PERMIS	A1	Culture	■											
		A2	Élevage		■										
		A3	Para-agricole			■									
		H6	Maison mobile					□							
		H7	Habitation en zone agricole							■					
BÂTIMENT	STRUCTURE	Isolée		■	■	■	■	■							
		Jumelée													
		Contiguë													
	DIMENSIONS ET SUPERFICIE	Hauteur en étage(s) minimale	1	1	1	1	1								
		Hauteur en étage(s) maximale	2	2	2	2	2								
		Hauteur en mètres minimale													
		Hauteur en mètres maximale													
		Largeur minimale (mètre) 1 étage	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3								
		Largeur minimale (mètre) 2 étages et +	50	50	50	50	50								
		Superficie d'implantation au sol minimale (mètre carré)													
		Superficie d'implantation au sol maximale (mètre carré)													
		Superficie minimale de plancher (mètre carré)													
		Superficie maximale de plancher (mètre carré)													
	MARGES	Avant minimale (mètre)	9	9	9	9	9								
		Latérale minimale (mètre)	2	2	2	2	2								
		Total minimal des deux latérales (mètre)	6	6	6	6	6								
		Arrière minimale (mètre)	3	3	3	3	3								
	DENSITÉ / RAPPORTS	Coefficient d'emprise au sol maximal (C.E.S)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3								
		Nombre maximal de logements par bâtiment	-	-	-	-	1								
		Nombre minimal de logements à l'hectare pour la zone													

ZONE (Plan général)

A-6

USAGE(S) SPÉCIFIQUEMENT EXCLU(S)

USAGE SPÉCIFIQUEMENT PERMIS

H6 : Limité aux maisons mobiles et roulottes rattachées à l'exploitation de la ferme

DISPOSITIONS PARTICULIÈRES

Article 14.8 du règlement de zonage

RÈGLEMENTATION PARTICULIÈRE

Ancienne(s) zone(s) au règlement 06-171

505 (P), 507 (P), 522 (P) et 523 (P)

LOT	DIMENSIONS	Largeur frontale minimale (mètre)	50
		Profondeur minimale (mètre)	-
		Superficie minimale (mètre carré)	3 000
SERVICES REQUIS A : Aqueduc E : Égout AE : Aqueduc et égout ND : Non desservi		ND	

NOTES PARTICULIÈRES

Numéro de note	Détails

AMENDEMENTS

Numéro de règlement	Numéro d'article	Description de la modification	Date d'entrée en vigueur



Annexe 8

Méthodologie



MÉTHODOLOGIE

Une partie importante de l'analyse de la vulnérabilité repose sur les trois éléments suivants :

- ▷ L'inventaire des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées;
- ▷ L'évaluation des menaces associées aux activités anthropiques et aux événements potentiels inventoriés;
- ▷ L'identification des causes probables des problèmes avérés.

Afin de procéder à l'inventaire, à l'évaluation des menaces et à l'identification des causes probables des problèmes avérés, une méthodologie doit être respectée.

Cette annexe contient donc un résumé des différentes méthodologies utilisées lors de la rédaction du présent rapport. Elles sont tirées du Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec (2019) (Guide) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Pour faciliter la compréhension, certaines parties de ce Guide sont reprises intégralement dans cette annexe.

INVENTAIRE DES ÉLÉMENTS SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LA QUALITÉ OU LA QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES

Un inventaire complet des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées à un site de prélèvement est demandé par le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) pour l'ensemble de l'aire d'alimentation (ou aire de protection éloignée). Cet inventaire se divise en trois blocs. Les deux premiers blocs impliquent de faire l'inventaire des activités anthropiques et des événements potentiels. Ils visent à répertorier les éléments existants au moment où la démarche d'analyse de la vulnérabilité est réalisée. Le dernier bloc consiste à réaliser l'inventaire de certaines des affectations du territoire qui pourraient affecter la qualité ou la quantité des eaux prélevées.

L'inventaire des éléments présents doit être effectué dans l'aire d'alimentation en consultant les banques de données disponibles et en complétant ou en validant l'information auprès de la ou des municipalités visées. Une approche cartographique peut aussi être utilisée pour préciser ou valider certaines des données géographiques disponibles dans les différentes banques.

Activités anthropiques

Le responsable doit répertorier uniquement les activités anthropiques dont les contaminants rejetés ou susceptibles de l'être peuvent affecter la qualité des eaux exploitées par le prélèvement d'eau. Cet inventaire doit couvrir les activités actuelles et, dans la mesure du possible, les activités passées susceptibles d'avoir contaminé les lieux où elles se trouvaient.

Une attention particulière doit aussi être portée aux activités rendant le milieu aquifère plus vulnérable qu'à l'état naturel. Ainsi, les puits résidentiels ou collectifs non étanches, les puits inactifs non obturés (c'est-à-dire non colmatés) et les puits d'observation devraient être répertoriés, car ils augmentent le risque de contamination de la nappe d'eau souterraine, et ce, pour tous les types de contaminants (microbiologiques ou chimiques).

Enfin, les activités anthropiques susceptibles d'affecter les quantités d'eau disponibles pour le prélèvement doivent être répertoriées. Il s'agit d'inventorier les préleveurs d'importantes quantités d'eau souterraine situés dans l'ensemble de l'aire d'alimentation et à proximité de cette aire (en raison de la propre aire d'influence de ces prélèvements).

Évènements potentiels

Cette étape implique de répertorier les événements potentiels associés aux activités anthropiques situées dans l'aire d'alimentation qui, en cas d'accident ou d'événement climatique extrême, pourraient affecter la qualité des eaux exploitées.



Affectations du territoire

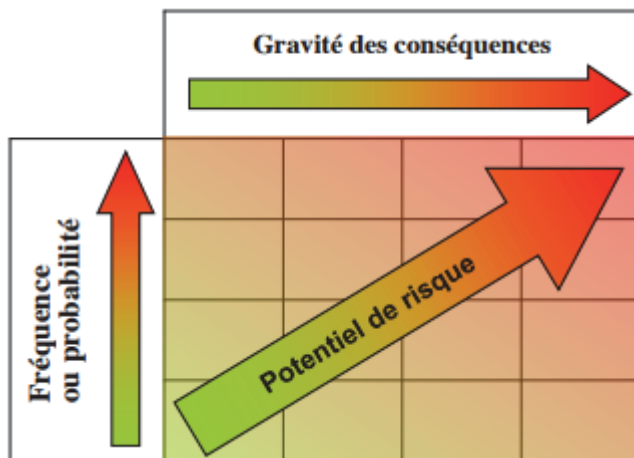
Il s'agit ici de répertorier les affectations du territoire qui chevauchent en tout ou en partie l'aire d'alimentation et où les activités anthropiques permises pourraient représenter un risque pour la qualité ou la quantité des eaux exploitées. Les affectations du territoire sont établies, à l'échelle régionale, dans les schémas d'aménagement et de développement (produits par les municipalités régionales de comté). Chacune des municipalités les traduit de façon plus précise dans son plan d'urbanisme et ses règlements de zonage.

Il est important, pour chaque affectation répertoriée, de dresser une liste des activités anthropiques à risque permises. Pour chacune, le rapport doit contenir une brève description de la nature et de l'ampleur du risque associé à l'activité.

Évaluation des menaces associées aux activités anthropiques et aux événements potentiels inventoriés

L'évaluation des menaces, exigée en vertu de l'article 68 du RPEP, doit être effectuée pour les deux premiers blocs d'inventaire (activités anthropiques et événements potentiels). Il s'agit d'apprécier de manière qualitative le potentiel de risque que représente chacun des éléments existants inventoriés.

Pour réaliser cette étape, il faut déterminer le potentiel de risque que représente, pour la qualité de l'eau exploitée, chacune des activités anthropiques et chacun des événements potentiels inventoriés précédemment. Pour ce faire, on doit d'abord évaluer la gravité des conséquences associées à chaque activité ou événement. Ensuite, il faut estimer la fréquence à laquelle les activités anthropiques libèrent des contaminants dans l'environnement dans leur cours normal ou, dans le cas d'événements potentiels, la probabilité que ces événements se produisent dans les cinq prochaines années. Enfin, en combinant la gravité des conséquences avec la fréquence ou la probabilité, il est possible de déterminer le potentiel de risque associé à chacune des activités ou à chacun des événements (voir schéma suivant).



Lorsque certaines activités anthropiques apparaissent à la fois dans l'inventaire des activités anthropiques et dans celui des événements potentiels, elles doivent être évaluées selon les deux méthodes applicables. De plus, si une activité anthropique ou un événement potentiel libère ou est susceptible de libérer plus d'un type de contaminant dans l'environnement, l'évaluation des menaces doit être effectuée pour chacun des principaux types de contaminants en cause. Le potentiel de risque final retenu pour l'activité ou l'événement correspond alors au résultat le plus élevé obtenu.

Les contaminants microbiologiques et les contaminants chimiques doivent évidemment être traités séparément.

Évaluation de la gravité

Pour évaluer la gravité des conséquences, il faut d'abord associer à l'activité ou à l'événement l'un des quatre niveaux de gravité définis dans le tableau de la page suivante en tenant uniquement compte des caractéristiques de cette activité ou de cet événement. Ces caractéristiques incluent la nature de l'activité ou de l'événement et son importance, de même que le type et la quantité de contaminants qu'elle ou il rejette ou est susceptible de rejeter dans l'environnement.



Niveau de gravité	Définition
Mineure	Problème de qualité de l'eau esthétique ou organoleptique perceptible par les consommateurs, mais pouvant être toléré par ceux-ci ¹⁴
Sérieuse	Problème de qualité de l'eau esthétique ou organoleptique inacceptable pour les consommateurs
Grave	Contamination de l'eau pouvant avoir un effet sur la santé de la population à la suite d'une exposition à long terme (contamination chimique à des concentrations représentant des risques de toxicité chronique)
Catastrophique	Contamination de l'eau pouvant avoir un effet sur la santé de la population à la suite d'une exposition à court terme (contamination microbiologique ou contamination chimique à des concentrations suffisamment importantes pour représenter des risques de toxicité aiguë)

On doit ensuite ajuster la gravité des conséquences en tenant compte d'éléments qui peuvent contribuer à l'augmenter ou à la réduire, et ce, de manière additive. Les ajustements à appliquer sont présentés au tableau ci-dessous :

Caractéristique	Particularité	Ajustement de la gravité
Localisation de l'activité ou de l'événement	Aire de protection immédiate	Augmentation d'un niveau
	Aires de protection intermédiaires (portions au-delà de l'aire immédiate)	Aucun
	Aire de protection éloignée (portion au delà des aires intermédiaires)	Diminution d'un niveau
Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection	Faible	Diminution d'un niveau
	Moyen ou élevé	Aucun
Installation de production d'eau potable en place	Permet d'éliminer le ou les contaminants en cause	Diminution d'un niveau
	Ne permet pas de traiter les contaminants en cause	Aucun

Évaluation de la fréquence/probabilité

Pour évaluer la fréquence associée à une activité anthropique, il faut déterminer la fréquence à laquelle l'activité libère ou est susceptible de libérer des contaminants dans l'environnement et catégoriser les fréquences selon les définitions présentées au tableau de la page suivante.



Fréquence	Définition
Très fréquent (≥ 1 fois/semaine)	L'activité libère des contaminants dans l'environnement au moins une fois par semaine; cela inclut les activités qui libèrent des contaminants quotidiennement ou en continu.
Fréquent (≥ 1 fois/année)	L'activité libère des contaminants dans l'environnement au moins une fois par année, ou de façon plus fréquente (mensuelle, trimestrielle, etc.), sans être classée dans la catégorie « très fréquent ».
Occasionnel (> 1 fois/5 ans)	L'activité libère des contaminants dans l'environnement plus d'une fois par période de cinq ans, sans être classée dans la catégorie « fréquent ».
Rare (≤ 1 fois/5 ans)	L'activité libère des contaminants dans l'environnement environ une fois par période de cinq ans ou de façon encore moins fréquente.

Pour évaluer la probabilité associée à un événement potentiel, il faut déterminer la probabilité que cet événement se produise dans les cinq prochaines années et catégoriser cette probabilité selon les définitions présentées au tableau suivant :

Probabilité	Définition
Presque certain	Il est presque certain que l'événement se produira au moins une fois dans les cinq prochaines années.
Possible	Il est possible que l'événement se produise au cours des cinq prochaines années.
Peu probable	Il est concevable que l'événement puisse se produire, mais il y a peu de risques qu'il se produise dans les cinq prochaines années.

Détermination du potentiel de risque

Pour réaliser cette étape, il suffit, dans le cas des activités anthropiques, de combiner la gravité des conséquences avec la fréquence à laquelle l'activité libère des contaminants dans l'environnement, comme montré au tableau suivant :

Fréquence	Gravité des conséquences			
	Mineure	Sérieuse	Grave	Catastrophique
Très fréquent (≥ 1 fois/semaine)	Moyen	Élevé	Très élevé	Très élevé
Fréquent (≥ 1 fois/année)	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Occasionnel (> 1 fois/5 ans)	Très faible	Faible	Moyen	Très élevé
Rare (≤ 1 fois/5 ans)	Très faible	Très faible	Faible	Élevé

Dans le cas des événements potentiels, il suffit de combiner la gravité des conséquences avec la probabilité que l'événement se produise dans les cinq prochaines années, comme montré au tableau de la page suivante.



Probabilité	Gravité des conséquences			
	Mineure	Sérieuse	Grave	Catastrophique
Presque certain	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Possible	Très faible	Faible	Moyen	Élevé
Peu probable	Très faible	Très faible	Faible	Moyen

INVENTAIRE DES PROBLÈMES AVÉRÉS ET IDENTIFICATION DES CAUSES PROBABLES

En vertu du RPEP, le responsable d'un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1 doit identifier les causes probables des problèmes avérés. Dans un premier temps, il doit, en consultant les données disponibles, déterminer les problèmes qui affectent ou qui ont affecté la qualité ou la quantité des eaux exploitées. Plus précisément, il doit répertorier les problèmes affectant ou ayant affecté l'eau brute, l'intégrité physique du site de prélèvement et l'eau distribuée.

Ensuite, il doit établir les causes naturelles ou anthropiques pouvant être à l'origine des problèmes rencontrés dans l'eau brute ou à l'égard de l'intégrité physique du site de prélèvement. De plus, il doit déterminer les causes naturelles ou anthropiques pouvant être à l'origine des problèmes détectés dans l'eau distribuée.

Eau brute et intégrité du site

Cette étape implique de répertorier les problèmes observés à l'installation de prélèvement durant les cinq dernières années.

Si ces éléments n'ont pas été consignés dans un registre, l'inventaire doit être basé sur des écrits ou sur la mémoire des opérateurs, des responsables du prélèvement et de l'installation de production d'eau potable ou de tout autre intervenant.

Si des problèmes dans l'eau brute ou à l'égard de l'intégrité physique du site de prélèvement ont été répertoriés, il faut rechercher les causes naturelles ou anthropiques pouvant expliquer ces problèmes.

En cas de pénurie d'eau passée, il est suggéré de vérifier si cette pénurie a été causée par une baisse de la nappe d'eau pour des raisons climatiques (cause naturelle) ou bien à la suite d'un pompage d'eau excessif par le prélèvement à l'étude ou par un autre prélèvement d'eau s'alimentant dans le même aquifère.

Si des microorganismes pathogènes ou indicateurs de contamination d'origine fécale ont été détectés dans l'eau brute, il faut identifier les activités anthropiques susceptibles d'être à l'origine du problème.

Eau distribuée

Pour cette étape, il faut compiler les résultats des suivis des substances inorganiques et organiques effectués dans l'eau distribuée, notamment en vertu du Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP), afin de connaître les substances qui posent un problème à la source.

Pour réaliser cette étape, il faut se baser sur les résultats des suivis des substances inorganiques et organiques effectués en vertu des articles 14 et 19 du RQEP et échelonnés sur au moins cinq années consécutives.

Pour discerner les contaminants jugés problématiques dans l'eau distribuée, il faut comparer chacun des résultats d'analyse des substances inorganiques et organiques obtenus à la norme correspondante. La proportion que représente la concentration maximale obtenue par rapport à la norme applicable permet d'établir si la substance est problématique ou pas et si certaines vérifications subséquentes doivent être effectuées (voir tableau suivant).



Proportion de la concentration maximale par rapport à la norme applicable	Présence du contaminant jugée problématique?	Vérification subséquente à effectuer
≤ 20 %	Non	Aucune action n'est requise.
Entre 20 % et 50 %	Non	Porter une attention particulière aux concentrations obtenues lors des analyses futures afin de détecter toute tendance à la hausse ¹⁰ .
≥ 50 %	Oui	Tenir compte de la substance lors de l'identification des causes probables des problèmes avérés (se référer à la section 3.4.2).

Si une substance problématique est répertoriée, il faut rechercher les causes naturelles ou anthropiques pouvant être à l'origine du problème.

Certaines contaminations de l'eau souterraine par des substances inorganiques, à l'exception des nitrites et nitrates, sont susceptibles de provenir des formations géologiques du sol ou de l'intrusion d'eau de mer. Dans ces cas, un professionnel doit déterminer, en fonction de la nature du sol dans l'aire d'alimentation du site de prélèvement, s'il est vraisemblable que la contamination soit uniquement d'origine naturelle. Si c'est le cas, il est inutile de pousser davantage les recherches pour déterminer des causes anthropiques.

Pour les problèmes de nitrites et de nitrates ou de substances inorganiques ou organiques qui ne sont pas d'origine naturelle, il faut identifier les activités anthropiques qui en sont des sources potentielles dans l'ensemble de l'aire d'alimentation.

Si aucune cause ne peut être établie, il est pertinent, considérant l'imprécision de l'emplacement réel de la limite de l'aire d'alimentation en eau souterraine, d'étendre l'investigation au-delà de cette aire pour trouver la source de la contamination. L'aire d'alimentation devrait alors être ajustée en conséquence.



Annexe 9

Liste des banques de données consultées

LISTE DES BANQUES DE DONNÉES CONSULTÉES

Ouvrages de surverse exutoire : Portail des connaissances sur l'eau
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/portail/index.htm>

Site SMS (actif et inactif) : GESTIM
https://gestim.mines.gouv.qc.ca/MRN_GestimP_Presentation/ODM02201_menu_base.aspx

Indices, Gîtes, Mines et Carrières : SIGEOM/Données Québec
http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1108_afchCartelIntr

Cultures déclarées : Financière agricole du Québec
<https://www.fadq.qc.ca/documents/donnees/base-de-donnees-des-parcelles-et-productions-agricoles-declarees/>

Occupation du sol (Basses-Terres-du-Saint-Laurent): Données Québec
<https://www.donneesquebec.ca/recherche/dataset/cartographie-de-l-occupation-du-sol-des-basses-terres-du-saint-laurent>

Répertoire des terrains contaminés (GTC) : Données Québec
<https://www.pes1.enviroweb.gouv.qc.ca/AtlasPublic/CartesPubliques/cartesmddelcc.html?cfg=TerrainsContamines.json>

Inventaire des sites contaminés fédéraux : Secrétariat du conseil du trésor
<https://map-carte.tbs-sct.gc.ca/map-carte/fcsi-rscf/map-carte.aspx?Language=FR&backto=www.tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf/home-accueil-fra.aspx>

Zones de glissements de terrains (ZPEGT) : Données Québec
https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/apercu-qc/?context=mtq&zoom=7¢er=-72,47,9999999999997&invisiblelayers=* &visiblelayers=zpegt index cgt s,zpegt cgt l,zpegt cgt s,route&llcv=1

Zones inondable (BZDI) : Données Québec
<https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/base-de-donnees-des-zones-inondables>

Barrages : MELCC /Répertoire des barrages
<https://www.cehq.gouv.qc.ca/barrages/default.asp>

Écocentre et points de dépôts municipaux : Données Québec

<https://www.donneesquebec.ca/recherche/fr/dataset/ecocentres-et-points-de-depot-municipaux>

Permis d'exploration pétrolière et gazière : Ministère de l'énergie et des ressources naturelles

<http://sigpeg.mrn.gouv.qc.ca/gpg/hydrocarbures/hydrocarbures.htm>

Puits pétrolier et gazier : Ministère de l'énergie et des ressources naturelles

<http://sigpeg.mrn.gouv.qc.ca/gpg/hydrocarbures/hydrocarbures.htm>

Pesticides eaux de surface et souterraine : Données Québec / Atlas interactif de la qualité des eaux

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/donnees_recentes/donnees_igbp.asp

Bilan de phosphore : Données Québec / Atlas des pressions sur le milieu aquatique

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas_pression/agricoles/charge_phosphore.asp

Sites industriels et Effluents : Données Québec / Atlas des pressions sur le milieu aquatique

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas_pression/industriels/sites_industriels.asp

Station d'épurations et ouvrage de surverse : Données Québec / Atlas des pressions sur le milieu aquatique

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/atlas_pression/municipale/stations_epuration.asp

Réseau ferroviaire : Adresse Québec

https://geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/aperçu-qc/?context=mtq&visiblelayers=reseau_chfer_qc

Station de suivi de la Qualité de l'eau des rivières : Atlas interactif de la qualité des eaux et des écosystèmes aquatiques

http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/Atlas_interactif/stations/stations_rivieres.asp

Répertoire des sites d'équipements pétroliers

<https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-d'intervention/equipements-petroliers/repertoire-des-sites-dequipements-petroliers.html>