

MUNICIPALITÉ SAINT-ÉDOUARD-DE-MASKINONGÉ

RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ

PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE

Nos X0008610-1 et X0008610-2

Remis à :

Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé

3851, rue Notre-Dame

Saint-Édouard-de-Maskinongé (Québec)

J0K 2H0

Novembre 2020



RÉALISATION

Mandat accordé par :

Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé

3851, rue Notre-Dame

Saint-Édouard-de-Maskinongé (Québec)

J0K 2H0

À :

Association de la gestion intégrée de la rivière Maskinongé

48, rue Beausoleil, Ville Saint-Gabriel (QC) J0K 2N0

(450) 752-4868

info@agirmaskinonge.com

ÉQUIPE DE RÉALISATION

M. Yves Leblanc, M.Sc. Hydrogéologue, Ing. Géo. Richelieu hydrogéologie inc.

Mme Delphine Deléglise, biologiste, M. Sc., directrice générale

Clément Cortial, B. Sc., Responsable géomatique

ASSOCIATION DE LA GESTION INTÉGRÉE DE LA RIVIÈRE MASKINONGÉ (AGIR MASKINONGÉ)

Fondée en 2004, l'organisme compte plus de 15 ans d'expérience dans les domaines de la gestion intégrée des ressources en eau, de la planification stratégique, de la consultation publique et de la concertation, de la géomatique appliquée à l'environnement ainsi que la rédaction et de la mise en œuvre d'aide à la décision. Voici quelques-uns de nos domaines d'expertise : caractérisation environnementale, gestion des eaux de ruissellement, inventaire faunique et floristique, suivi de la qualité de l'eau.

Richelieu, le 24 mars 2021

Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé
3851, rue Notre-Dame
Saint-Édouard-de-Maskinongé (Québec)
J0K 2H0

À l'attention de Mme Chantal Hamelin, directrice générale

Objet : Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé
Analyse de la vulnérabilité de la source d'eau potable /Site de prélèvement N^{OS} X0008610-1 et
X0008610-2

Madame,

Il me fait plaisir de vous faire parvenir un rapport d'étude pour l'analyse de vulnérabilité du site de prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé (Québec) dans le cadre du *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP). La transmission et la diffusion des différents renseignements consignés au rapport doivent respecter l'article 68 du RPEP.

L'étude présente les caractéristiques de l'installation de production d'eau potable de la municipalité ainsi que les différentes aires de protection et niveaux de la vulnérabilité de l'eau souterraine à l'intérieur de ces aires. Elle comprend également l'inventaire des activités pouvant affecter l'eau souterraine exploitée. Il en résulte que les menaces qui affectent la source d'alimentation en eau potable sont principalement de type agricole reliées aux activités urbaines et que les priorités d'intervention afin de réduire ces menaces sont de faire de la prévention.

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



Yves Leblanc, ing. géo.

M.Sc. Hydrogéologue

p.j. : Rapport d'analyse de la vulnérabilité

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures.....	iii
Liste des tableaux.....	iii
Liste des schémas.....	iv
Liste des graphiques.....	iv
Liste des annexes.....	v
Lexique.....	vi
Abréviations.....	ix
1. Introduction.....	1
1.1 Mandat.....	1
1.2 Mise en situation.....	2
1.3 Localisation géographique du site à l'étude.....	2
1.4 Contexte physiographique, topographie et drainage superficiel.....	3
1.5 Milieu humain.....	5
1.6 Climat.....	6
2. Géologie.....	6
2.1 Hydrogéologie.....	7
3. Caractérisation du prélèvement d'eau.....	11
3.1 Généralités.....	11
3.2 Description du site de prélèvement P-1 (X0008610-1).....	11
3.3 Description du site de prélèvement P-2 (X0008610-2).....	13
3.4 Description des installations de production et distribution d'eau potable.....	16
3.5 Historique de prélèvement d'eau brute.....	18

3.6	Qualité de l'eau brute et de l'eau distribuée.....	18
4	Délimitation des aires de protection.....	19
4.1	Généralités.....	19
4.2	Méthodologie de délimitation.....	20
4.3	Simulations réalisées et résultats obtenus.....	26
5	Détermination du niveau de vulnérabilité des aires de protection.....	28
5.1	Généralités.....	28
5.2	Méthodologie de calcul.....	29
6	Évaluation des menaces pour les eaux souterraines.....	31
6.1	Généralités.....	31
6.2	Méthodologie.....	34
6.3	Activités anthropiques et les menaces qu'elles représentent.....	38
6.4	Événements potentiels et menaces qu'ils représentent.....	42
6.5	Inventaire des affectations du territoire.....	44
6.6	Problèmes d'eau brute ou d'intégrité physique.....	45
6.7	Problèmes de qualité détectés dans l'eau distribuée.....	46
6.8	Problèmes de quantité des eaux exploitées.....	47
7	Informations supplémentaires requises.....	47
8.	Conclusions et recommandations.....	48
	Annexes.....	53

LISTE DES FIGURES

Figure 1.....	46
Figure 2.....	47
Figure 3.....	48
Figure 4.....	49
Figure 5.....	50
Figure 6.....	51
Figure 7.....	52
Figure 8.....	53
Figure 9.....	54
Figure 10.....	55
Figure 11.....	56
Figure 12.....	57

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Statistiques sur les puits et forages inventoriés dans le SIH.....	7
Tableau 2 : Coordonnées des points d'observation.....	10
Tableau 3 : Détails des installations de prélèvement d'eau.....	11
Tableau 4 : Détails des installations de prélèvement d'eau.....	14
Tableau 5 : Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux (Données de 2019).....	17
Tableau 6 : Données piézométriques issues d'études hydrogéologiques.....	22
Tableau 7 : Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des puits.....	31
Tableau 8 : Distances minimales à respecter par rapport à certaines activités à risque.....	33
Tableau 9 : Quatre niveaux de gravité des conséquences.....	35

Tableau 10 : Ajustement de la gravité des conséquences à appliquer	36
Tableau 11 : Catégories de fréquence de libération pour les activités anthropiques	36
Tableau 12 : Catégories de probabilité applicables aux évènements potentiels.....	37
Tableau 13 : Évaluation des potentiels de risque associés aux activités anthropiques.....	37
Tableau 14 : Évaluation des potentiels de risque associés aux évènements potentiels.....	38
Tableau 15 : Résumé des activités anthropiques inventoriées, ainsi que la menace qu’elles représentent.	40
Tableau 16 : Événements potentiels et risque associé	43
Tableau 17: Inventaire des affectations du territoires.....	44
Tableau 18 : Critères d'identification des problèmes détectés dans l'eau distribuée	46

LISTE DES SCHÉMAS

Schéma 1 : Réseau hydrographique du secteur (MELCC, 2019)	4
Schéma 2 : Bassin versant du ruisseau du Rang Double	4
Schéma 3 : Milieux humides du secteur (MELCC, 2019)	5
Schéma 4 : Aire d'alimentation des puits P-1 et P-2 (Grenier, 2002).....	9
Schéma 5 : Aires de protection d'un prélèvement d'eau souterraine (MELCC, 2019).....	19
Schéma 6 : Les sept paramètres hydrogéologiques (Decelles et al., 2019).....	28

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 1 : Températures et précipitations pour la station de Louiseville (MERN, 2019)	6
Graphique 2 : Consommation d'eau brute annuelle de 2015 à 2019	18
Graphique 3: Comparaison entre les niveaux d'eau observés et simulés (piézométrie statique) ...	24

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Cartes et figures.....	46
Annexe 2: TABLEAU DES FORAGES ET PUIES RÉPERTORIÉS DANS LE SIH	58
Annexe 3: SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENT DES OUVRAGES DU SECTEUR.....	60
Annexe 4: COMPILATION DES DONNÉES DE QUALITÉ DE L'EAU	62
Annexe 5: INDICE DRASTIC.....	67

LEXIQUE

Aire de protection :	Portion de territoire protégée autour d'un puits afin de prévenir toute contamination.
Aire d'alimentation:	Portion de territoire en amont d'un puits à l'intérieur de laquelle toute eau souterraine finira par être captée par ce puits.
Aquiclude et aquitard :	Formation géologique imperméable ou très peu perméable où l'écoulement souterrain est très faible.
Aquifère :	Formation géologique où l'eau souterraine peut être captée par un puits.
Concentration maximale acceptable (CMA) :	Seuil de paramètres bactériologiques, physiques ou chimiques que l'eau potable ne doit pas dépasser afin d'éviter des risques pour la santé humaine.
Conductivité hydraulique :	Mesure de la facilité d'un aquifère à transmettre l'eau. Correspond physiquement au débit pouvant circuler dans une surface de 1 m^2 sous un gradient hydraulique de 1.
Contaminant :	Toute substance présente dans l'eau en concentration qui dépasse les concentrations naturelles et qui la rend impropre à la consommation.
DRASTIC :	Système de notation numérique à sept facteurs utilisés pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. L'indice peut varier entre 23 et 226, plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination.
Eau brute :	Eau prélevée aux fins d'alimenter un système de distribution d'eau potable et qui n'a pas subi un traitement de potabilisation.
Eau potable :	Eau destinée à être ingérée par l'être humain.
Eau souterraine :	Eau trouvée dans les espaces entre les particules de sol ou dans les fissures du socle rocheux.
Évapotranspiration :	Perte d'une partie de l'eau infiltrée par évaporation et par la transpiration des plantes.
Gradient hydraulique :	Pente de la surface piézométrique. Correspond à la différence de niveau d'eau entre deux puits, divisé par la distance entre ces deux puits.
Hydrogéologie :	Science qui étudie les mouvements de l'eau souterraine dans les matériaux géologiques.
Infiltration :	Partie des précipitations qui pénètre sous la surface du sol.

Installation de distribution :	Un système de distribution à l'exception des équipements servant à prélever ou à traiter l'eau destinée à la consommation humaine.
Installation de production d'eau potable :	Station à partir de laquelle l'eau potable est acheminée au réseau de distribution et qui, souvent, comporte des équipements de traitement de l'eau.
Lieu de prélèvement :	Lieu physique pouvant être composé d'un ou plusieurs puits rapprochés l'un de l'autre, où il est possible d'effectuer des prélèvements d'eau.
Nappe libre :	Aquifère où l'eau souterraine n'est pas sous pression: elle est en équilibre avec la pression atmosphérique.
Nappe captive :	Aquifère où l'eau souterraine est maintenue sous pression par une couche imperméable.
Niveau dynamique :	Niveau piézométrique influencé - rabattu ou relevé - par opposition au niveau naturel au même point ; plus particulièrement, plan d'eau rabattu ou relevé, stabilisé ou non, dans un puits de pompage ou un ouvrage d'injection.
Niveau statique :	Niveau piézométrique non influencé dans un puits, un piézomètre, auquel se réfère le rabattement ou le relèvement. S'oppose à un niveau dynamique influencé.
Objectifs esthétiques (OE) :	Recommandation pour des paramètres physiques ou chimiques ayant un impact sur les caractéristiques esthétiques de l'eau mais n'ayant pas d'effet néfaste reconnu sur la santé humaine. Les paramètres dont la présence peut entraîner la corrosion ou l'entartrage des puits ou des réseaux d'alimentation en eau sont aussi visés par ces objectifs.
Porosité :	Correspond au rapport entre le volume des vides sur le volume total d'un échantillon donné de matériau.
Porosité efficace :	Correspond au rapport entre le volume d'eau pouvant se libérer de façon gravitaire sur le volume total d'un échantillon donné de matériau.
Porosité effective :	Pores et interstices reliés à l'état saturé et qui permettent l'écoulement. Supérieure à la porosité efficace et inférieure à la porosité totale.
Potentiel aquifère :	La capacité d'un système aquifère à fournir un débit d'eau souterraine important de manière continue.
Prélèvement de catégorie 1:	Un prélèvement d'eau effectué pour desservir le système d'aqueduc d'une municipalité alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence.

Puits:	Un trou cylindrique foré ou excavé dont la profondeur est plus grande que son diamètre et dont l'objectif est de rejoindre un aquifère afin d'y extraire ou d'y injecter de l'eau.
Puits d'observation ou piézomètre :	Puits non utilisé pour le pompage, généralement de petit diamètre, utilisé pour mesurer l'élévation de la nappe d'eau souterraine où pour y déterminer sa qualité.
Rabatement :	Différence entre le niveau d'eau avant pompage (niveau statique) et en condition de pompage (niveau dynamique).
Régime permanent d'écoulement :	Écoulement souterrain à l'état d'équilibre. Indépendant du temps.
Régime d'écoulement transitoire :	Écoulement souterrain à l'état de déséquilibre. Dépendant du temps, fait intervenir la notion d'emmagasinement.
Site de prélèvement en eau souterraine :	Site dont les équipements permettent de prélever l'eau circulant sous la surface du sol, par exemple par l'entremise d'un puits creusé par forage, par excavation ou par enfoncement. Pour les prélèvements d'eau souterraine, il s'agit de l'endroit où se trouve le puits : puits tubulaire, puits de surface, pointe filtrante, source à drains horizontaux, source à bassin unique.
Système de distribution :	Une canalisation, un ensemble de canalisation ou toute installation ou tout équipement servant à capter ou stocker ou à distribuer de l'eau destinée à la consommation humaine, aussi appelé « système d'aqueduc ». Le système de distribution comprend les installations ou équipements servant au traitement.
Vulnérabilité :	Aptitude de l'eau souterraine à se faire contaminer par les activités/usages de surface, en fonction des conditions hydrogéologiques locales.

ABRÉVIATIONS

ASTM :	American Society for Testing and Materials
CUBF :	Codes d'utilisation des biens-fonds
EPA :	Environmental protection agency
LiDAR :	Light Detection and Ranging (détection et estimation de la distance par la lumière)
MELCC :	Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques
MERN :	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
MRC :	Municipalité régionale de comté
P-9 :	Code de gestion des pesticides
PACES :	Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines
REIMR :	Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles
RESP :	Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés
RFPP :	Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers
RLRQ :	Règlement sur les carrières et sablières
RPEP :	Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection
SCOPQ :	Système de coordonnées planes du Québec
SIG :	Système d'information géographique
SIH :	Système d'information hydrogéologique

INTRODUCTION

1.1 MANDAT

La municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé a mandaté *Agir Maskinongé* afin de réaliser une analyse de vulnérabilité de son site de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1, dans le but de respecter l'article 68 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP). Les objectifs spécifiques de l'étude sont les suivants :

- ❑ Décrire les installations de prélèvement alimentant l'installation de production d'eau potable ;
- ❑ Faire la mise à jour des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée pour le site de prélèvement ;
- ❑ Déterminer le niveau de vulnérabilité des aires de protection selon la méthode DRASTIC ;
- ❑ Compiler l'historique des données d'exploitation et des analyses de la qualité de l'eau prélevée et distribuée ;
- ❑ Faire l'identification des activités anthropiques, événements potentiels et affectations du territoire susceptibles d'affecter la qualité et la quantité de l'eau prélevée ;
- ❑ Faire l'évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les événements potentiels répertoriés ;
- ❑ Identifier des causes pouvant expliquer ce qui affecte ou a affecté la qualité et la quantité de l'eau souterraine exploitée par le prélèvement, en fonction de l'interprétation des données disponibles.

Ce document présente les résultats obtenus et les recommandations concernant le site de prélèvement d'eau souterraine actuel de la municipalité pour la protection de sa ressource en eau potable. De plus, l'étude inclut une cartographie électronique pour fins de transmission du MELCC.



1.2 MISE EN SITUATION

Le règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) impose aux responsables de prélèvements d'eau de surface de catégorie 1 (article 68) de réaliser et de transmettre au ministre tous les cinq ans, un rapport signé par un professionnel présentant une analyse de la vulnérabilité de leur source d'eau potable.

Afin de permettre aux municipalités d'effectuer un suivi de la qualité des eaux sur une période de cinq ans, la date limite pour l'envoi du rapport au MELCC est le 1^{er} avril 2021. La méthodologie de réalisation d'une analyse de la vulnérabilité pour un prélèvement d'eau est détaillée dans le *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec*. Les analyses de la vulnérabilité des sources mettront en lumière les faiblesses, les problèmes et les menaces qui touchent les sources d'alimentation en eau potable d'un territoire donné, et de cette vue d'ensemble, se dégageront des priorités d'intervention.

Historiquement, la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé exploite un puits dans sa zone urbaine depuis 1967. Un second puits a été ajouté en 1990 afin d'être utilisé en appoint. Ces installations de prélèvement sont des puits tubulaires munis d'une crépine et portent les numéros X0008610-1 et X0008610-2.

1.3 LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU SITE À L'ÉTUDE

La municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé est située dans la région administrative de la Mauricie, à l'intérieur de la MRC de Maskinongé. Le lieu à l'étude est situé sur le lot 5 128 028 du cadastre du Québec. Il est accessible via la rue Notre-Dame (route 348). Les coordonnées géographiques du puits à l'étude sont les suivantes :

- 73° 8'35.20" Ouest
- 46°19'50.30" Nord

La *figure de l'annexe 1* montre une carte de localisation générale extraite du feuillet cartographique 31106 du ministère des Ressources naturelles du Canada.



1.4 CONTEXTE PHYSIOGRAPHIQUE, TOPOGRAPHIE ET DRAINAGE SUPERFICIEL

La région appartient à l'ensemble physiographique du bouclier canadien, dont les roches d'origine plutonique sont recouvertes par une forte épaisseur de dépôts meubles. Le socle rocheux est surtout constitué de gneiss recouverts de dépôts glaciaires minces. L'élévation est de l'ordre de 153 m dans le secteur d'étude. La pente générale du terrain est de moins de 1%, mais, localement, peut atteindre 2,5% en bordure de la rivière Maskinongé. L'ensemble physiographique appartient aux Laurentides méridionales qui couvrent la partie sud-ouest du bouclier canadien composée de gneiss recouverts de dépôts glaciaires minces.

Les *figures et de l'annexe 1* présentent, respectivement, un modèle numérique de terrain selon le LiDAR (MERN, 2020) et un extrait de la photographie aérienne du secteur obtenu sur le site World Imagery.

Le lieu de prélèvement à l'étude est situé sur le territoire du bassin versant du fleuve Saint-Laurent. Localement, le réseau hydrographique est caractérisé par le ruisseau du Rang Double, lequel fait partie du bassin versant de la rivière Maskinongé. Le réseau hydrographique du secteur est montré au schéma 1 alors que le schéma 2 présente le bassin versant du ruisseau du Rang Double. Aucun barrage ni milieu humide n'est répertorié à proximité du secteur d'étude. Ce secteur est également caractérisé par des milieux humides. Le schéma 3 présente la localisation des milieux humides répertoriés.



Schéma 1 : Réseau hydrographique du secteur (MELCC, 2019)



Schéma 2 : Bassin versant du ruisseau du Rang Double

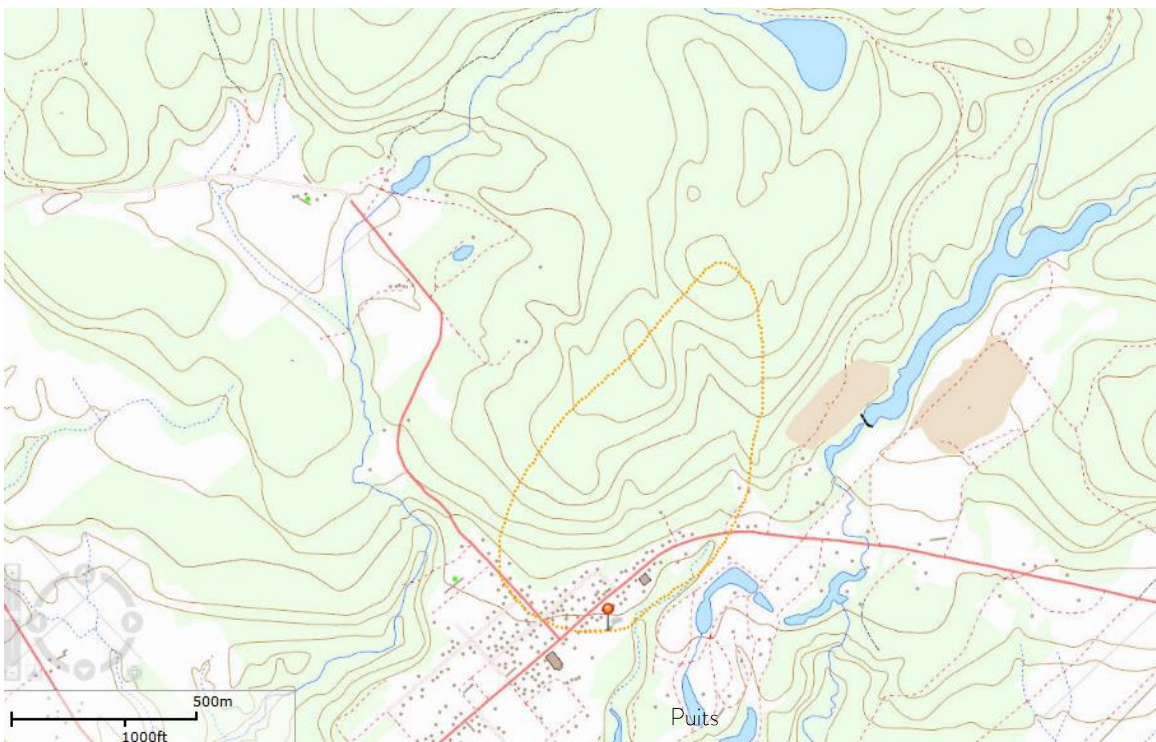
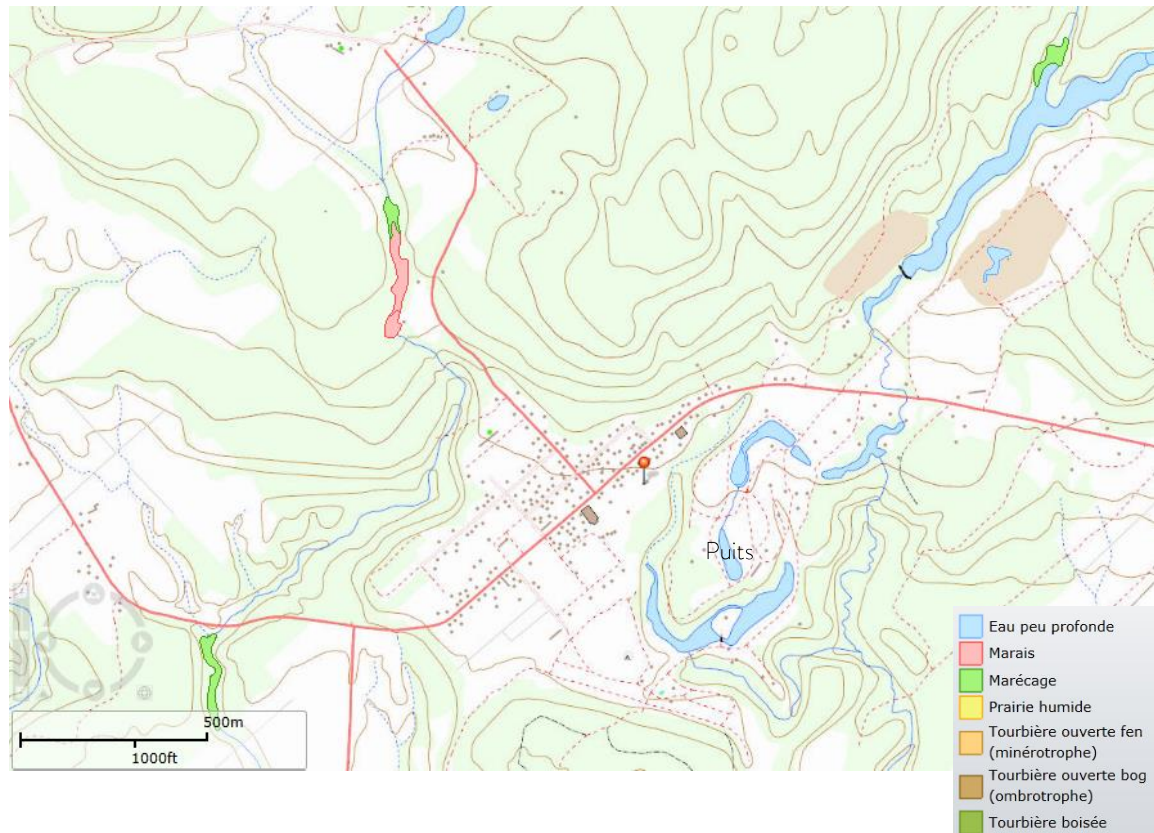


Schéma 3 : Milieux humides du secteur (MELCC, 2019)



1.5 MILIEU HUMAIN

Le territoire environnant le site à l'étude est caractérisé par une affectation urbaine et forestière. Le secteur fait partie du district écologique Buttons du Lac Maskinongé et aucun milieu protégé n'y est répertorié. Le secteur appartient à la forêt de feuillus caractérisée par des érablières à tilleul de la zone tempérée nordique.

Aucun titre minier n'est répertorié sur le territoire municipal (MERN, 2019). Aucun dépôt de sols et de résidus industriels, ni de puits pétroliers et gaziers n'est répertorié à proximité dans les répertoires du MELCC, du MERN. Aucun terrain contaminé et aucun site contaminé fédéral n'est répertorié. Aucune intervention d'urgence-environnement n'est répertoriée. Les registres des sites et permis d'équipements pétroliers à risque élevé comprennent un immeuble sur le territoire de Saint-Édouard-de-Maskinongé, situé à environ 300 m du site à l'étude. Aucun site d'exploitation de sable et/ou gravier n'est présent sur le territoire d'étude.

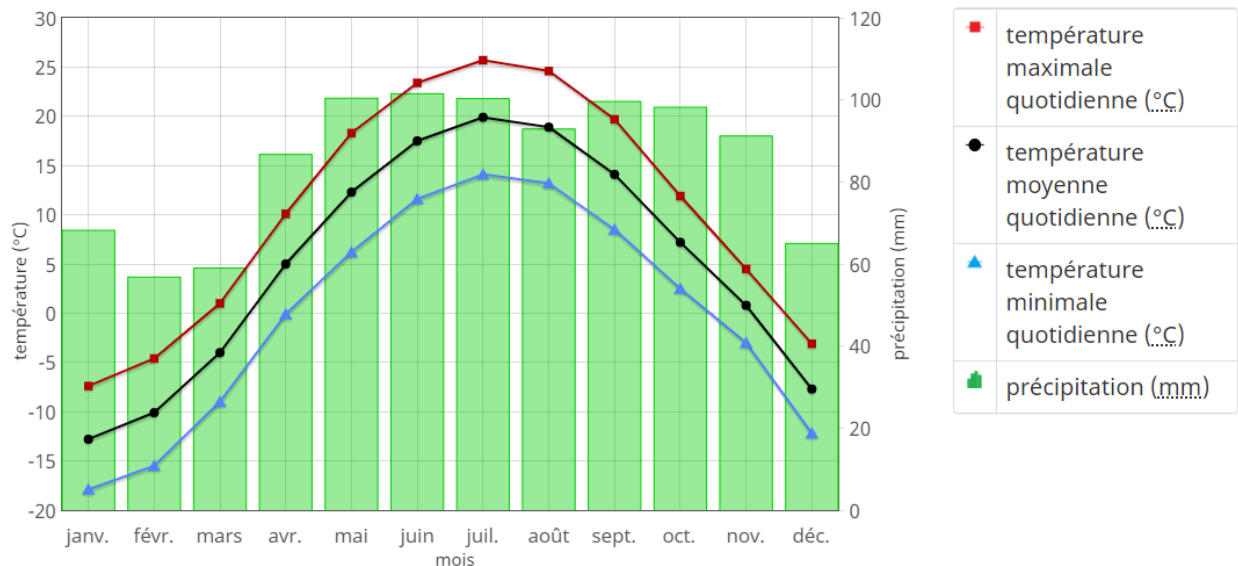


1.6 CLIMAT

Les statistiques météorologiques mensuelles entre 1981 et 2010 les plus rapprochées du site à l'étude proviennent de la station d'Environnement Canada située à Louiseville, soit à environ 12 kilomètres du site à l'étude et à une élévation de 45 m.

Les précipitations totales annuelles sont de 1 019 mm par unité de surface. Les chutes de pluie totalisent 847 mm, tandis que les chutes de neige totalisent 172 cm. La moyenne mensuelle des températures varie entre 19,9° C en juillet et -12,8,0° C en janvier. Le graphique suivant présente les températures et précipitations pour les normales climatiques.

Graphique 1 : Températures et précipitations pour la station de Louiseville (MERN, 2019)



1. GÉOLOGIE

Le territoire environnant le site à l'étude se situe dans la province géologique de Grenville. Localement, le socle rocheux appartient au massif de Saint-Didace où les roches sont composées de monzonite quartzifère. La figure 4 en annexe présente un extrait de la carte géologique du SIGEOM (MERN Québec).

Les dépôts de surface du territoire environnant le site à l'étude sont composés de till en couverture mince et discontinue déposés directement sur le socle rocheux, des sédiments littoraux et pré-littoraux, déposés sur des sédiments marins fins d'eau profonde, ainsi que des dépôts de glissement de terrain composé de silts et d'argiles remaniés. La figure 5 en annexe 1 présente un extrait de la carte des formations superficielles de la région, tirée du SIGEOM (MERN Québec). La carte des sols du secteur indique qu'ils sont composés d'un sable loameux (IRDA, 2008).



2.1 HYDROGÉOLOGIE

2.1.1 Système d'information hydrogéologique (SIH)

Pour obtenir un aperçu des caractéristiques hydrogéologiques locales, le système d'information hydrogéologique (SIH) du MELCC a été consulté. Dans un rayon de 3 km autour du site à l'étude, 21 puits et forages ont été répertoriés. Il s'agit d'un inventaire non exhaustif puisqu'il est possible que certains puits ne soient pas répertoriés dans le système d'information hydrogéologique du MELCC.

La figure 6 montre la localisation des puits et forages répertoriés, alors que leur description est présentée à l'annexe 2. Le tableau 1 présente les statistiques obtenues à partir de l'inventaire effectué. Selon les données recueillies, la majorité des puits du secteur exploitent le socle rocheux pour un débit moyen de l'ordre de 55 litres/minute. L'épaisseur moyenne des dépôts meubles est de 10 mètres et la stratigraphie rencontrée est constituée d'un horizon de terre suivi d'un horizon d'argile, surmontant un mince horizon de till au-dessus du socle rocheux.

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

Caractéristiques	Rayon de 1 km (5 puits)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Forage jusqu'au roc		57	
Niveau d'eau à la fin des travaux (m)	2,74	7,6	24,4
Débit (L/min)	85,5	1,9	672,8
Épaisseur des dépôts meubles (m)	23,3	1,8	73,2
Profondeur (m)	50,8	12,2	123,2

2.1.2 Étude hydrogéologique régionale

Le secteur à l'étude a été cartographié dans le cadre du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du sud-ouest de la Mauricie, réalisé par l'Université de Québec à Trois-Rivières (UQTR) (Leblanc et al, 2013). Selon le rapport d'étude et les cartes qui l'accompagnent, l'épaisseur des dépôts meubles se situe entre 20 et 60 mètres. La séquence hydrostratigraphique est composée d'une nappe libre dans les sables littoraux superficiels, d'un aquitard composé de sédiments fins d'origine marine, puis d'une nappe captive dans un horizon de sable intercalé dans la couche d'argile, puis une seconde nappe captive dans le roc et/ou dans le till.



L'écoulement de la nappe comprise dans les sables superficiels s'effectuerait en direction du sud, soit en conformité avec la surface du terrain. La recharge annuelle est estimée entre 250 et 400 mm/an dans les crêtes topographiques, tandis qu'elle est nulle dans la vallée de la rivière Maskinongé. L'indice de vulnérabilité DRASTIC varie entre 63 et 94, ce qui démontre un secteur faiblement vulnérable à une contamination de surface au sein de l'agglomération (contexte de nappe captive dans le sable), tandis qu'à l'endroit où la nappe devient libre (contexte de till sur roc), sa vulnérabilité devient moyenne.

L'eau souterraine du secteur est généralement de qualité passable caractérisée par une eau de recharge, de type Ca-HCO₃, relativement jeune. Les problèmes courants de qualité dans le secteur à l'étude sont associés aux excès du baryum, nitrates, fer, manganèse, sulfures, matières dissoutes totales et dureté.

2.1.3 Études hydrogéologiques locales

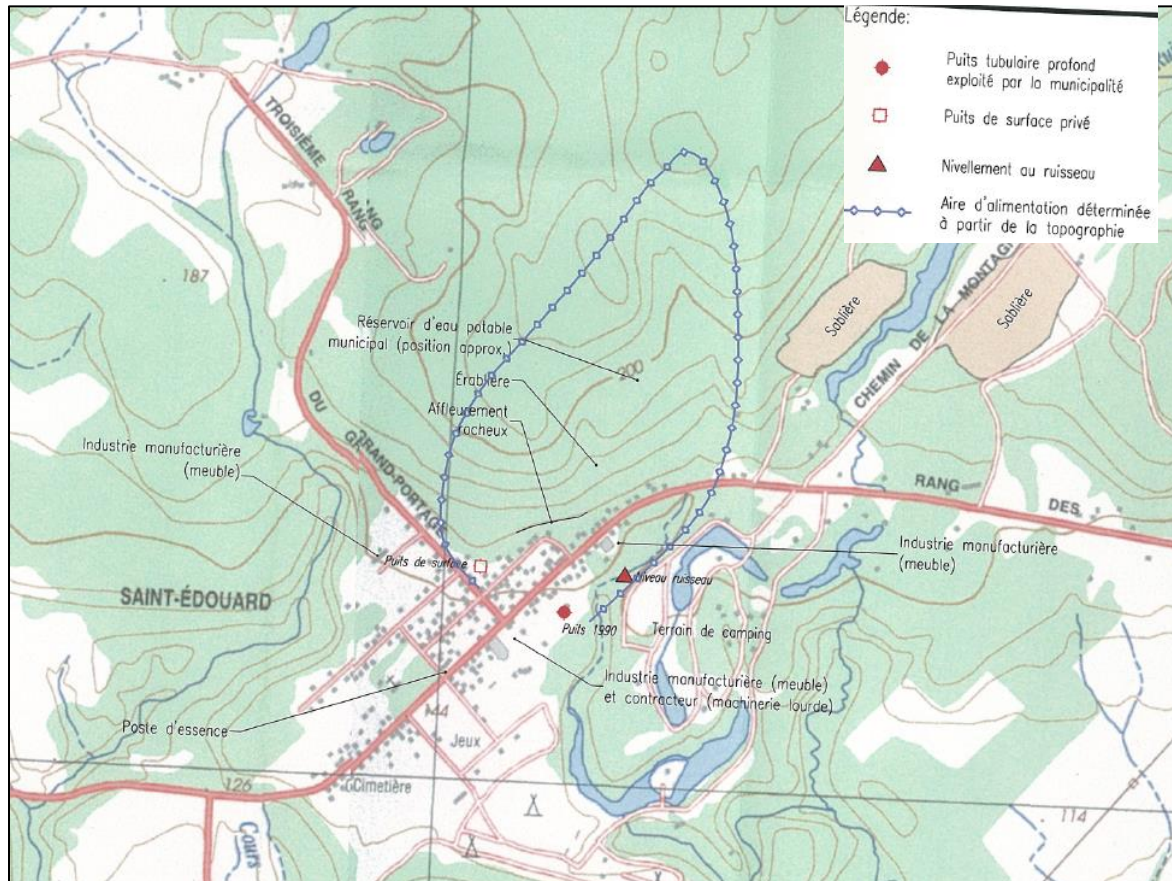
Le rapport technique réalisé par *Consultants HGE inc.* dans le cadre de la détermination des périmètres de protection autour des captages d'eau (Grenier, 2002) a établi les éléments suivants concernant le contexte hydrogéologique du secteur :

- L'eau souterraine s'écoule vers le sud-est avec un fort gradient hydraulique de 0,0074 ;
- L'indice DRASTIC a été évalué à 133 donc moyennement vulnérable ;
- La séquence stratigraphique locale est constituée de sable et argile entre 0 et 33,5 m et d'argile après 33,5 m ;
- Le niveau statique au puits P-1 était de 13,41 m sous la surface du terrain naturel en novembre 1967 et le débit était de 1136 l/min pour une capacité spécifique du puits de 413 l/min/m ;
- En pompage à 1365 l/min, le niveau d'eau s'est stabilisé à 16,16 m pour une capacité spécifique de 84 l/min/m ;
- Le niveau statique au puits P-2 était de 14,04 m sous la surface du terrain naturel en décembre 1990 et le débit était de 910 l/min pour une capacité spécifique du puits de 195 l/min/m ;
- La transmissivité moyenne de l'aquifère est de l'ordre de 479 m²/jour pour une conductivité hydraulique de 26,6 m/j pour une épaisseur de la zone saturée de 18 m ;
- Le rabattement observé après 72 heures de pompage au débit de 910 l/min était de 4 m environ.



Le schéma suivant montre l'aire d'alimentation établi lors de l'étude de 2002 pour un débit de 290 l/min.

Schéma 4 : Aire d'alimentation des puits P-1 et P-2 (Grenier, 2002)



Le tableau 2 présente les coordonnées des différents points utilisés pour une lecture de niveau d'eau dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Coordonnées des points d'observation

Nom actuel	Coordonnées		Élévation du tubage (m)	Distance du P-1
	X (m)	Y (m)		
P-1	332281	5132388	129,61	-
P-2	332274	5132388	129,84	6
Puits surface	332087	5132449	142,48	200
Ruisseau	332400	5132469	132,64	145
SE-D	334926	5132520	122,82	2 640
SE-C	334823	5132232	111,20	2 550
SE-A	334844	5132078	110,40	2 574

Note : système de référence SCOPQ, MTM, NAD 83, Zone 8



3 CARACTÉRISATION DU PRÉLÈVEMENT D'EAU

3.1 GÉNÉRALITÉS

Le système de distribution d'eau potable de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé (réseau No X0008609) est alimenté en eau souterraine par deux puits tubulaires (installations No X0008610-1 et -2) localisés au centre de l'agglomération municipale. Le réseau d'aqueduc dessert environ 430 personnes (MELCC, 2020).

Le procédé de traitement à la station de purification de Saint-Édouard-de-Maskinongé comprend seulement des injections d'hypochlorite de sodium et de chlorure de zinc. L'usine comprend deux réservoirs d'une capacité totale de 454 mètres cubes.

3.2 DESCRIPTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT P-1 (X0008610-1)

La description du site de prélèvement de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé a été réalisée à la suite d'une visite des lieux effectuée le 22 octobre 2020. Les lieux visités comprennent les deux puits d'exploitation P-1 et P-2, ainsi qu'un bâtiment utilisé pour l'acquisition des données concernant l'eau brute (données de pH et débit).

L'inspection des lieux permet de confirmer que l'aménagement du puits est conforme et qu'il y a absence de source potentielle de contamination dans l'aire de protection immédiate. Celle-ci est clôturée à 30 m de distance du puits. Le tableau 3 présente les coordonnées de localisation du puits P-1.

Tableau 3 : Détails des installations de prélèvement d'eau

Site de prélèvement	Coordonnée MTM Est (m)	Coordonnée MTM Nord (m)	Profondeur du prélèvement (m)	Type de prise d'eau	Débit autorisé (m ³ /jour)
Puits P-1 X0008610-1	332281	5132388	19,82	Puits tubulaire	-



Les principales caractéristiques de l'installation de prélèvement PE-1 sont les suivantes :

Informations générales	
Année de construction	1967, réhabilitation en 1988
Type d'usage	Utilisation permanente
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Environnement immédiat	Surface gazonnée clôturée autour du puits avec présence d'un panneau indicateur
Aménagement du puits	
Margelle	0,36 mètre
Diamètre	203 mm
Profondeur du puits	30,5 m
Aquifère exploité	Sable
Infrastructures	
Type de pompe	Pompe submersible dont la canalisation transporte l'eau vers l'usine de traitement d'eau potable où l'eau est traitée avant d'être distribuée dans le réseau.
État des installations	Tubage d'acier en bon état, le puits est recouvert d'un couvercle. Le puits est dans un bâtiment fermé. Présence d'une affiche à l'entrée du périmètre immédiat. Installations conformes.
Autorisation	
Numéro du puits	X0008610-1
Débit de prélèvement	Non disponible
Autorisation de prélèvement	Non disponible



Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser le site de prélèvement.

Photographie 1 : Environnement du puits P-1



Aménagement :

Margelle : 0,36 m

Diamètre du tubage : 203 mm (8")

Couvercle : conforme

Absence d'eau stagnante



Environnement immédiat

Présence d'une clôture pour délimiter le périmètre immédiat

Milieu gazonné et boisé à l'extérieur de l'aire de protection immédiate

L'aire de protection immédiate est entourée par de l'entreposage de métaux

3.3 DESCRIPTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT P-2 (X0008610-2)

La description du site de prélèvement de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé a été réalisée à la suite d'une visite des lieux effectuée le 22 octobre 2020. Les lieux visités comprennent les deux puits d'exploitation P-1 et P-2, ainsi qu'un bâtiment utilisé pour l'acquisition des données concernant l'eau brute (données de pH, débit et temps de marche des équipements).



L'inspection des lieux permet de confirmer que l'aménagement du puits est conforme et qu'il y a absence de source potentielle de contamination dans l'aire de protection immédiate. Celle-ci est clôturée à 30 m de distance du puits. Le tableau 4 présente les coordonnées de localisation du puits P-2.

Tableau 4 : Détails des installations de prélèvement d'eau

Site de prélèvement	Coordonnée MTM Est (m)	Coordonnée MTM Nord (m)	Profondeur du prélèvement (m)	Type de prise d'eau	Débit autorisé (m ³ /jour)
Puits P-2 X0008610-2	332274	5132388	32	Puits tubulaire	-

Les principales caractéristiques de l'installation de prélèvement PE-2 sont les suivantes :

Information générale	
Année de construction	1990
Type d'usage	Utilisation permanente
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Environnement immédiat	Surface gazonnée clôturée autour du puits avec présence d'un panneau indicateur
Aménagement du puits	
Margelle	1,08 mètre
Diamètre	300 mm
Profondeur du puits	32 m
Aquifère exploité	Sable
Infrastructures	
Type de pompe	Pompe submersible dont la canalisation transporte l'eau vers l'usine de traitement d'eau potable où l'eau est traitée avant d'être distribuée dans le réseau



État des installations	Tubage d'acier en bon état, le puits est recouvert d'un couvercle. Le puits est dans une margelle en béton. Présence d'une affiche à l'entrée de l'aire de protection immédiate. Installations conformes.
Autorisation	
Numéro du puits	X0008610-2
Débit de prélèvement	Non disponible
Autorisation de prélèvement	Non disponible

Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser le site de prélèvement.

Photographie 2 : Environnement du puits P-2



Aménagement :

Margelle : 1,08 m

Diamètre du tubage : 300 mm (12")

Couvercle : conforme

Absence d'eau stagnante



Environnement immédiat

Présence d'une clôture pour délimiter le périmètre immédiat

Milieu gazonné et boisé à l'extérieur de l'aire de protection immédiate

L'aire de protection immédiate est entourée par de l'entreposage de matériaux probablement issus d'excavation de chantiers et de métaux.



3.4 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION ET DISTRIBUTION D'EAU POTABLE

3.4.1 Procédé de traitement de l'eau brute

La station de purification Saint-Édouard-de-Maskinongé X0008609 est située sur la rue Notre-Dame, en haut d'un chemin avec une barrière à l'entrée. Le procédé de traitement comprend une étape d'injection de chlore à 1,03 mg/L, puis de chlorure de zinc et acide phosphorique en solution à 3,70 mg/L (données de mai 2020) et enfin, distribution au réseau de façon gravitaire.

Le montage photographique ci-dessous permet de visualiser les installations de production d'eau potable.

Photographie 3 : Installations de production d'eau potable



Pompes doseuses de chlore 12 % et de chlorure de zinc et acide phosphorique en solution



Réservoirs de 454 m³



Produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau potable

Au total, deux produits chimiques sont utilisés pour le traitement des eaux, tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5 : Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux (Données de 2019)

Produits chimiques utilisés pour le traitement des eaux	Masse annuellement utilisée
Hypochlorite de sodium 12%	780 litres
Chlorure de zinc et acide phosphorique en solution	220 litres

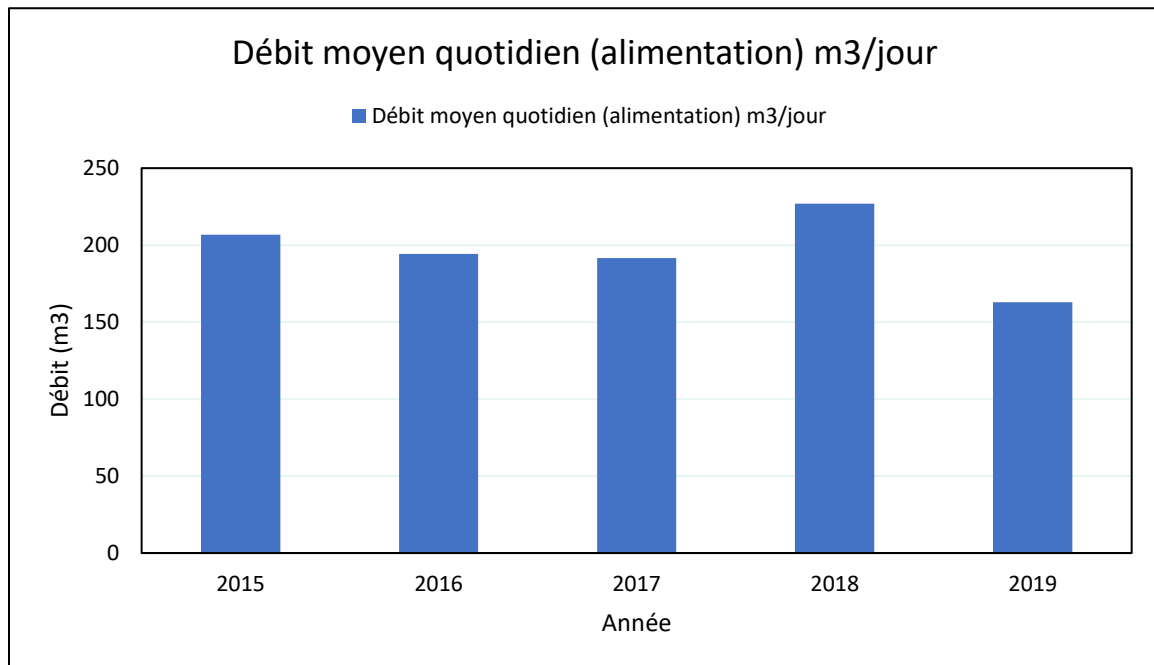


3.5 HISTORIQUE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU BRUTE

Les données de prélèvement d'eau ont été fournies par la municipalité pour les années 2015 à 2019. Le graphique 2 présente les données de consommation. Le prélèvement moyen d'eau brute varie entre 163 et 227 m³/jour pendant la période.

Le prélèvement d'eau moyen est en légère diminution depuis 2015 et correspond à environ 465 litres/personne par jour.

Graphique 2 : Consommation d'eau brute annuelle de 2015 à 2019



3.6 QUALITÉ DE L'EAU BRUTE ET DE L'EAU DISTRIBUÉE

Les données disponibles concernant la qualité de l'eau souterraine brute et distribuée sont présentées à l'annexe 4 du présent document. La représentation graphique de quelques paramètres (liste non exhaustive) présente les résultats annuels pour chacun des mois. Le suivi de la qualité réalisé entre 2015 et 2020 montre une conformité pour la qualité bactériologique à l'eau brute (*Escherichia coli*).

La qualité de l'eau distribuée pendant la même période est conforme aux normes pour toutes les analyses réalisées excepté pour les bactéries atypiques en juin 2018 et les coliformes totaux en juillet 2016.

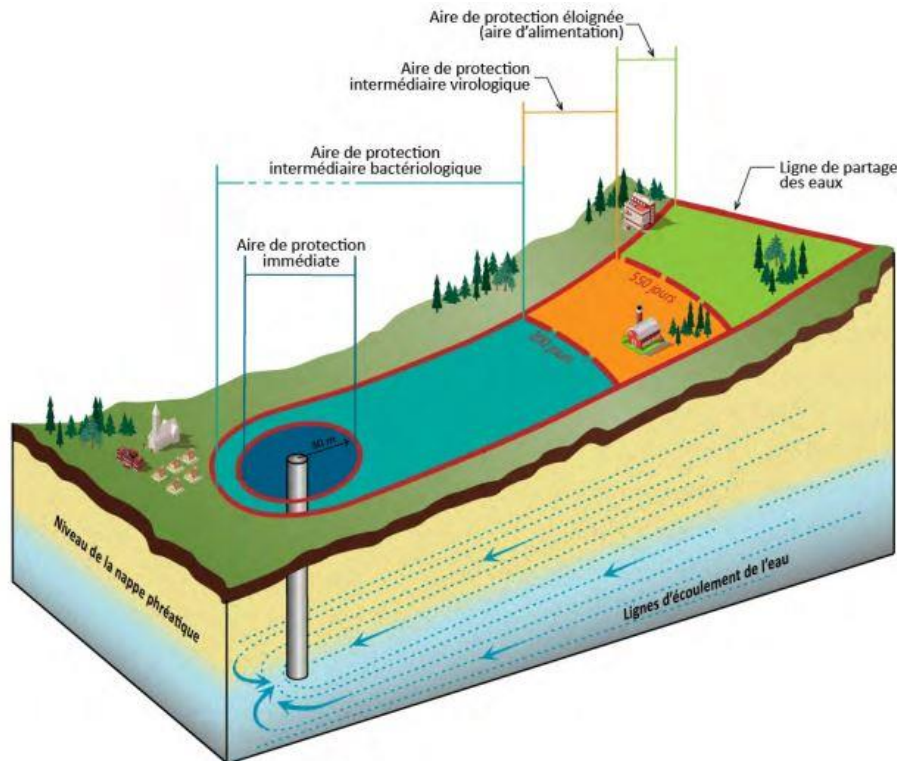


4 DÉLIMITATION DES AIRES DE PROTECTION

4.1 GÉNÉRALITÉS

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

Schéma 5 : Aires de protection d'un prélèvement d'eau souterraine (MELCC, 2019)



L'aire de protection immédiate correspond à un cercle d'un rayon arbitraire de 30 mètres centré sur le puits. La localisation de l'aire de protection immédiate doit être indiquée sur les lieux de manière à assurer sa visibilité en tout temps à tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur. Toute activité présentant un risque de contamination de l'eau est interdite dans l'aire de protection immédiate d'un prélèvement d'eau souterraine, sauf celles relatives à l'opération, à l'entretien, à la réfection ou au remplacement de l'installation de prélèvement d'eau ou des équipements accessoires. Ces restrictions sont décrites à l'article 56 du RPEP.



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

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

4.2 MÉTHODOLOGIE DE DÉLIMITATION

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

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

Le choix de la méthodologie dépend à la fois des enjeux de protection et de la complexité du milieu aquifère dans lequel se trouve l'installation de prélèvement d'eau souterraine. Étant donné la complexité du milieu géologique, la méthode numérique a été retenue pour faire le calcul des aires de protection de l'installation de prélèvement.



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

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

4.2.1 Modèle conceptuel

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

Le modèle conceptuel comprend un aquifère granulaire composé de sable, lequel est surmonté d'un aquitard composé de sédiments meubles d'origine marin. Cet aquifère est bordé au nord par une remontée du socle rocheux, dont le réseau de fractures constitue un aquifère d'extension régional de faible perméabilité. La recharge est assurée par l'infiltration des précipitations sur les zones d'affleurement du socle rocheux et/ou du till glaciaire, tandis que l'émergence des eaux souterraines s'effectue en suintements dans les zones de ravinement autour du ruisseau hydrographique local, ainsi que de la rivière Maskinongé.

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



- ❑ Aquifère captif formé de sable : sa conductivité hydraulique est de 1×10^{-2} cm/s et sa porosité effective est de 0,20 selon la littérature (Johnson, 1967) ;
- ❑ Aquifère formé par le réseau de fractures du socle rocheux : sa conductivité hydraulique régionale est de 1×10^{-5} cm/s. Sa porosité effective est de 0,01 selon la littérature (Johnson, 1967) ;
- ❑ Aquitard : dépôts meubles composés de silt et d'argile dont la conductivité hydraulique est estimée à 1×10^{-6} cm/s.

Depuis 2015, le débit moyen d'exploitation est de l'ordre de $193 \text{ m}^3/\text{jour}$. Le prélèvement est relativement stable dans le temps et donc, en projetant ces données sur une période de cinq ans, il est possible de déterminer que le prélèvement moyen sera le même en 2025. Pour fins de calculs des aires de protection, le MELCC recommande d'utiliser le débit moyen de prélèvement le plus élevé sur une période de trente ans. Le débit ayant été stable entre 2015 et 2019, le choix a donc été de réaliser les calculs sur le prélèvement moyen pour refléter les conditions de prélèvement réelles.

Le tableau 6 présente les élévations piézométriques tirées des études hydrogéologiques disponibles. Très peu de mesures sont disponibles, car la municipalité ne dispose pas de piézomètres et les puits du SIH sont relativement éloignés et sont installés dans le roc. Il est difficile de déterminer le sens d'écoulement uniquement à l'aide de ces mesures, puisqu'il existe peu de différences d'élévation entre elles et qu'elles ne forment pas une géométrie adéquate pour en faire la triangulation. Une interprétation de la piézométrie a donc dû être établie à plus grande échelle, à l'aide de la modélisation de l'écoulement souterrain.

Tableau 6 : Données piézométriques issues d'études hydrogéologiques

Puits	MTM X (m)	MTM Y (m)	Altitude eau (m)
P-1	332281	5132388	135,39
P-2	332274	5132388	134,76
SIH-11	332295	5132410	135,48



4.2.2 Modèle numérique

Le logiciel *Visual MODFLOW* a été utilisé pour modéliser l'écoulement souterrain afin d'atteindre les objectifs de l'étude. Ce logiciel utilise le code *MODFLOW 2005* qui permet de représenter de façon simplifiée l'écoulement des eaux souterraines. Ce code a été développé par la Commission Géologique des États-Unis (USGS) et son utilisation est largement répandue au Canada et aux États-Unis. De plus, il est reconnu par les instances gouvernementales. Les équations qui gouvernent le modèle sont présentées dans le manuel de référence du modèle (Harbaugh et Mc Donald, 1998).

Le domaine modélisé couvre une superficie de 2,9 km². Les dimensions du domaine modélisé sont de 1 800 m par 1 600 m. Le maillage est orienté parallèlement à l'axe du système de coordonnées géodésiques MTM fuseau 8. L'origine du système de maillage est située aux coordonnées suivantes: 331 500 m Est et 5 131 900 m Nord. Les mailles du modèle forment un carré ayant une arête de 10 m. Verticalement, le modèle est composé de trois couches. L'élévation du toit du modèle correspond à la surface topographique extraite du modèle numérique d'élévation issu du LiDAR.

Les propriétés hydrauliques assignées aux unités stratigraphiques sont les suivantes :

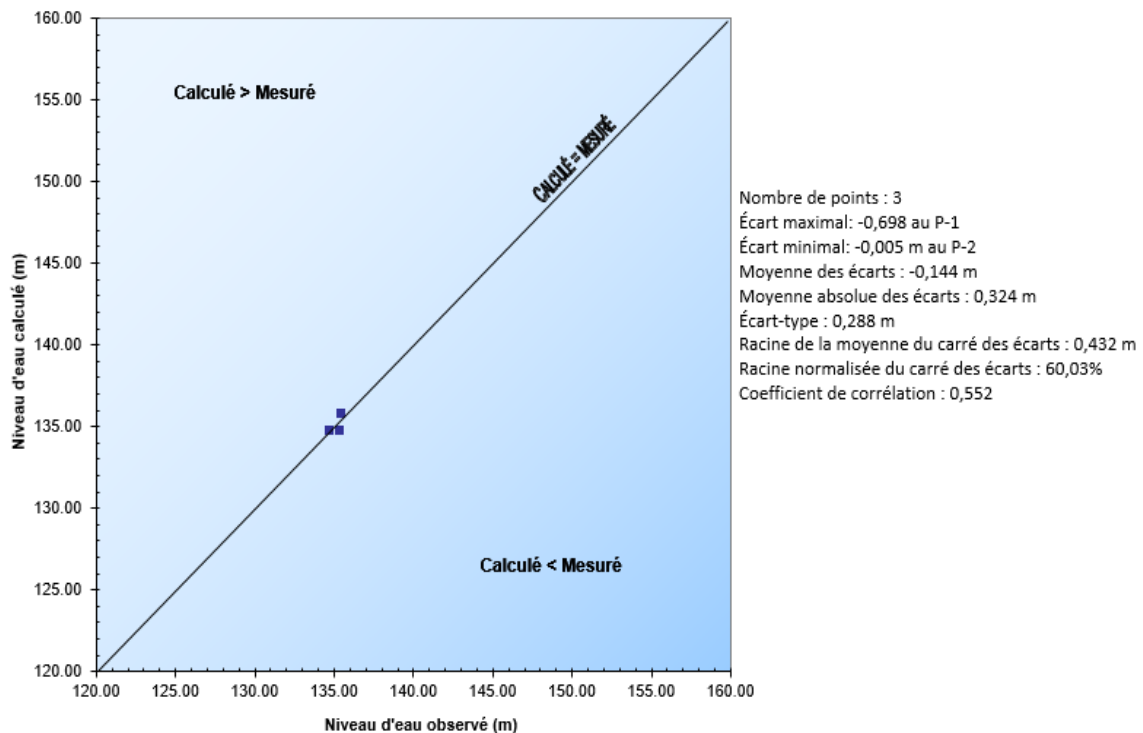
- ❑ Sable : conductivité hydraulique de 1×10^{-2} cm/s et porosité effective de 0,20 ;
- ❑ Socle rocheux : conductivité hydraulique de 1×10^{-5} cm/s et porosité effective de 0,01 ;
- ❑ Silt argileux : conductivité hydraulique de 1×10^{-6} cm/s et porosité effective de 0,01.

Les limites latérales du modèle ont été simulées avec des limites de type « charges constantes ». Leur élévation correspond à la surface topographique moins trois mètres, selon la profondeur moyenne du niveau d'eau dans les puits du SIH. Des conditions limites de type « drains » ont été utilisées afin de représenter les cours d'eau superficiels. Un taux de recharge constant de 100 mm/an a été assigné sur la couche de silt argileux et une recharge de 250 mm sur le reste du territoire. Finalement, une condition limite de type « ETS » a été assignée à toute la surface du modèle afin d'éviter que la nappe phréatique se retrouve au-dessus de la topographie. Une valeur potentielle de 500 mm/an lui été assignée.



Le calibrage du modèle a été effectué en ajustant la conductivité hydraulique de chacune des unités, la recharge, l'élévation des conditions limites, de façon à reproduire la piézométrie observée. Le calibrage a été considéré satisfaisant lorsqu'il n'a plus été possible de diminuer les écarts entre les données mesurées et les données calculées sans recourir à des conditions limites non identifiables physiquement ou par interprétation. Le graphique 3 présente les résultats de la calibration de la simulation en régime permanent. Il est possible d'y observer que la différence entre les charges calculées et les charges mesurées est faible, malgré la grande erreur relative. Les différences entre les charges observées et les charges calculées par le modèle sont attribuables à l'approximation faite quant à l'isotropie du milieu fissuré. Le modèle permet néanmoins de représenter le sens global de l'écoulement des eaux souterraines et respecte la géométrie de l'aquifère.

Graphique 3: Comparaison entre les niveaux d'eau observés et simulés (piézométrie statique)



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



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

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

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

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

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

La modification des charges constantes aux limites du modèle ainsi que des conditions limite de type drains qui représentent le système hydrologique a été réalisée sur l'élévation des charges ainsi que sur la conductance des drains. L'élévation des charges constantes situées aux limites du modèle possède une sensibilité de type 1, ce qui permet de constater l'absence d'influence de ces charges imposées sur les résultats. Au niveau des conditions de type drains représentant le système hydrologique, l'élévation des drains possède une sensibilité de type 2.

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

Aussi, tel que discuté dans la section précédente, les écarts entre les charges calculées par le modèle et les charges observées peuvent provenir de la simplification d'un modèle géologique complexe. En effet, les charges hydrauliques réelles sont en mouvement constant, ce qui n'est pas le cas dans le modèle numérique. Dans ces circonstances, une calibration présentant une erreur moyenne absolue d'environ un mètre montre que le modèle



représente de façon adéquate le système et peut être considéré comme calibré pour les simulations qui font l'objet de ce rapport. La *figure 7* présente le modèle numérique d'écoulement utilisé.

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

4.3 SIMULATIONS RÉALISÉES ET RÉSULTATS OBTENUS

Une simulation représentant l'exploitation des installations de prélèvement a été réalisée pour simuler les aires de protection intermédiaires et éloignées des puits, ceux-ci étant considérés comme un seul prélèvement en raison de leur proximité et de leur mode opératoire, au débit de $193 \text{ m}^3/\text{jour}$. Pour ce faire, le module MODPATH a été utilisé. Ce module permet la simulation du transport advectif de particules fictives d'eau. Il permet d'établir la distance qui correspond à des temps de parcours des eaux souterraines (200 jours pour la protection bactériologique et 550 jours pour la protection virologique). La *figure 8* présente une carte de la piézométrie statique obtenue, tandis que la *figure 9 en annexe 1.6* montre la localisation des aires de protection.

4.3.1 Aire de protection intermédiaire bactériologique

L'aire de protection bactériologique des puits est caractérisée par l'isochrone de 200 jours. Elle possède une superficie d'environ $26\,000 \text{ m}^2$ (2,6 ha). Elle s'étend sur une distance maximale de 90 m à partir des puits.

4.3.2 Aire de protection intermédiaire virologique

L'aire de protection virologique du puits est caractérisée par l'isochrone de 550 jours. Elle possède une superficie d'environ $70\,700 \text{ m}^2$ (7,1 ha) en incluant l'aire de protection bactériologique. Elle s'étend sur une distance maximale de 185 m des puits.

4.3.3 Aire de protection éloignée

L'aire de protection éloignée des puits possède une forme d'une goutte d'eau orientée vers le nord, en raison de la topographie des lieux. Elle possède une superficie d'environ $478\,900 \text{ m}^2$ (47,9 ha) en incluant les aires de protection intermédiaires. Elle s'étend sur une distance maximale de 760 m des puits.



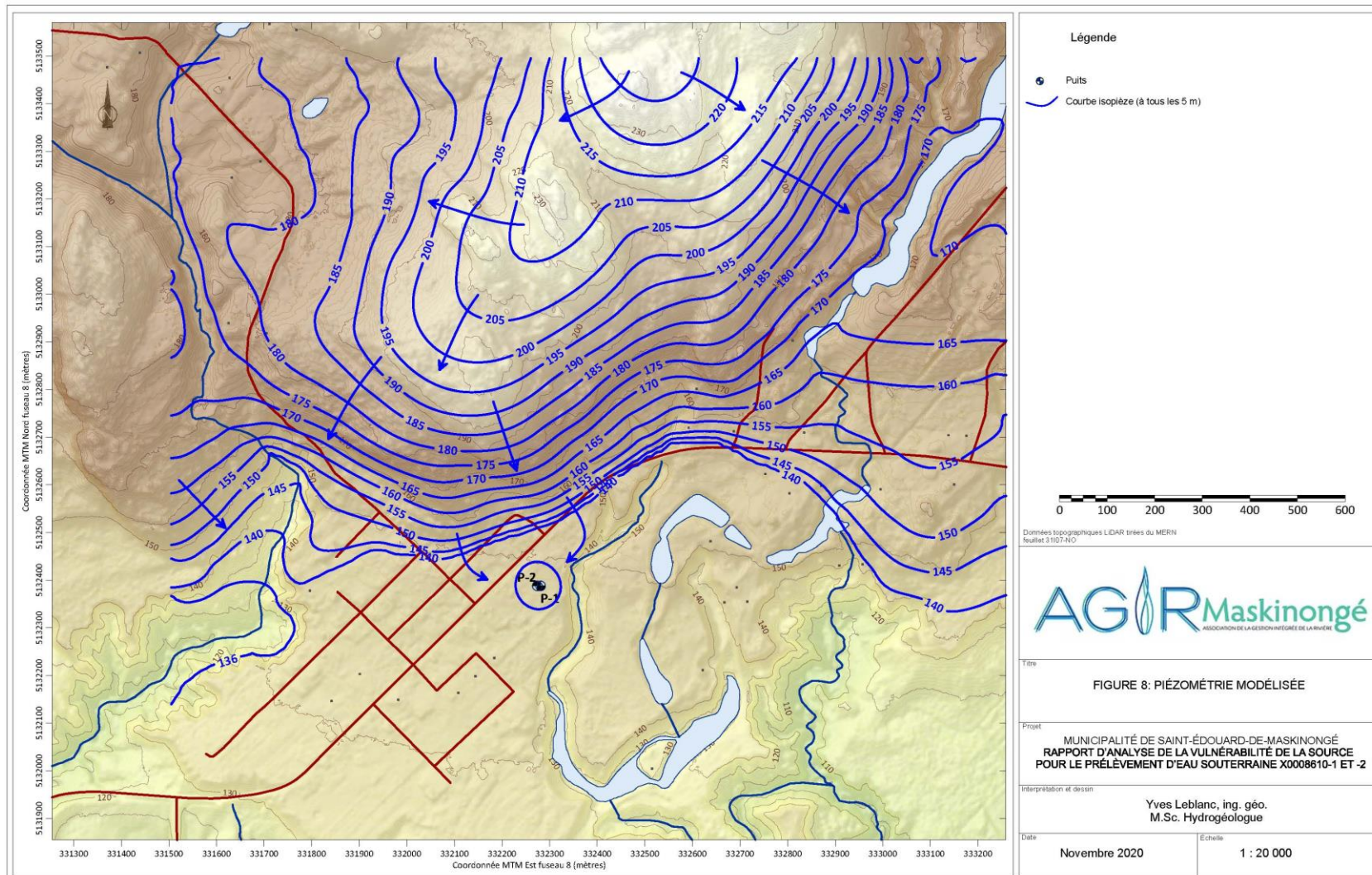


Figure 8: Stations et courbes piézométriques



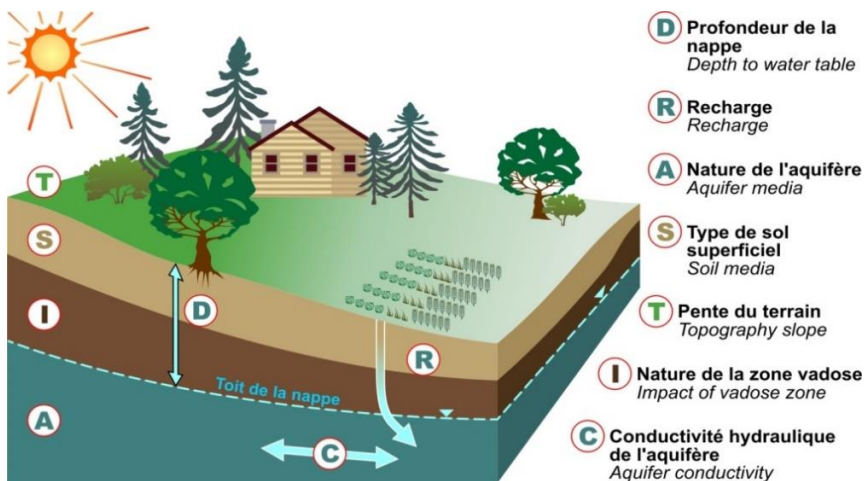
5 DÉTERMINATION DU NIVEAU DE VULNÉRABILITÉ DES AIRES DE PROTECTION

5.1 GÉNÉRALITÉS

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

Cette méthode tient compte de sept paramètres hydrogéologiques, soit la profondeur de l'aquifère, le taux de recharge, la nature de l'aquifère, le type de sol superficiel, la pente du terrain, la nature de la zone comprise entre la surface et le toit de l'aquifère et enfin, la conductivité hydraulique. Ces paramètres sont illustrés au schéma 6. Chacun de ces paramètres est quantifié en lui attribuant une valeur numérique, laquelle est à son tour multipliée par un facteur pondérateur. L'indice DRASTIC résultant est la somme des produits obtenus pour chacun des paramètres considérés. Plus l'indice est élevé, plus le potentiel de contamination de la nappe d'eau souterraine est élevé. L'indice DRASTIC d'un aquifère peut théoriquement être évalué au minimum à 23 et au maximum à 226. Pour fins de cartographie, un code de couleur de l'indigo au rouge est attribué à cette plage de valeurs de vulnérabilité.

Schéma 6 : Les sept paramètres hydrogéologiques (Decelles et al., 2019)



5.2 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

La carte d'indice DRASTIC pour l'aquifère exploité par la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé a été préparée selon la méthodologie suivante : chacun des paramètres de l'indice DRASTIC a d'abord été cartographié en format matriciel, ensuite, les mailles de chacune des grilles correspondant aux paramètres ont été multipliées par leur facteur pondérateur respectif, puis les sept grilles ont été additionnées de façon à obtenir un indice DRASTIC pour chaque maille du fichier matriciel. Un travail de classification par couleur selon la méthodologie décrite dans le document original de l'EPA a ensuite été accompli pour compléter la cartographie. Les paragraphes qui suivent décrivent chacun des paramètres de l'indice DRASTIC. L'annexe 5 compile les sept cartes de paramètres DRASTIC.

5.2.1 Profondeur de la nappe (D)

La profondeur de la nappe a été établie en zone captive selon la profondeur de la couche de sable, tandis qu'en zone de nappe libre, la surface piézométrique calculée par modélisation a été soustraite de la surface topographique. Dans les aires de protection du puits, les cotes équivalent généralement à 5, 7, 9 ou 10 selon l'interprétation des données indiquées ci-dessus.

5.2.2 Recharge (R)

La recharge nette, c'est-à-dire le taux de recharge attribué au modèle, moins le trop-plein évacué par les conditions limites représentant la surface du sol, a été extraite du modèle numérique pour générer la grille de distribution de la recharge. Les données ont été reclassées selon les classes de la méthode DRASTIC. Ainsi, des cotes de 1, 3 et 8 ont été obtenues et correspondent aux zones où la recharge nette est établie respectivement à moins de 50 mm/an, entre 50 et 100 mm/an et entre 180 et 250 mm/an.

5.2.3 Type d'aquifère (A)

La formation aquifère de la zone d'étude est, dans la partie sud où se trouvent les puits, composée de sable, tandis que dans sa partie nord, par le socle rocheux métamorphique-ignée. Une cote de 3, correspondant à une formation aquifère de roc métamorphique ou ignée est assignée à cette partie, tandis qu'une cote de 8 est assignée à la partie sud de la zone modélisée.

5.2.4 Type de sol (S)

La carte des types de sols a été calquée à partir de la carte des sols de l'IRDA. Pour l'ensemble des aires de protection, des cotes de 9 et 6 ont été attribuées selon le type de sol présent, soit des sols de sable et de loam sableux.



5.2.5 Topographie (T)

Le paramètre de topographie est classé selon la pente pour chaque cellule de la grille de travail. Cette matrice est obtenue directement à l'aide de l'outil *Terrain Modelling* du logiciel Surfer et reclassée selon le paramètre topographie de la méthode DRASTIC. Dans la grande partie des aires de protection, le terrain est relativement plat, à l'exception de zones de ravinement près du ruisseau, ainsi que le long des affleurements rocheux. Des cotes de 1 à 10 ont été attribuées.

5.2.6 Impact de la zone vadose (I)

L'indice DRASTIC pour l'impact de la zone vadose a été évalué à partir de la carte des formations superficielles et de la carte d'épaisseur des dépôts meubles. Lorsque les dépôts meubles sont de nature argileuse, l'aquifère est considéré comme captif et alors, une cote de 1 est attribuée. Si l'épaisseur d'argile est inférieure à cinq mètres ou si elle est absente, alors une cote de 2, de 3 ou de 8 est établie.

5.2.7 Conductivité hydraulique (C)

Les conductivités hydrauliques obtenues selon le processus de calibrage du modèle d'écoulement ont été utilisées pour attribuer la cote C. Ces conductivités hydrauliques correspondent à une cote de 1 pour la portion du territoire où l'aquifère est le socle rocheux et de 4 dans la portion du territoire où l'Aquifère est composé de sable.

5.2.8 Résultats obtenus

La *figure 10 de l'annexe 1*, présente une carte de répartition de l'indice DRASTIC pour un maillage de 20 m par 20 m et superposée aux aires de protection. Il est possible d'y observer que l'indice DRASTIC varie sur le territoire à l'étude entre 69 et 144. Il est à noter que cette valeur est semblable à celle qui a été décrite dans le rapport régional du projet PACES.

La valeur maximale de l'indice DRASTIC observée sur les aires de protection se situe dans la plage 90 – 136 (moyen) pour les aires de protection immédiate et intermédiaire. L'indice DRASTIC se situe dans la plage 90 – 150 (moyen) pour l'aire de protection éloignée. Il est donc possible de conclure que pour l'ensemble des aires de protection, la vulnérabilité est moyenne, puisque la cote maximale de chacune des aires est inférieure à 180.



Le tableau suivant indique les niveaux de vulnérabilité des aires de protection des puits.

Tableau 7 : Niveaux de vulnérabilité des aires de protection des puits

Aire de protection	Plage d'indices DRASTIC	Description	Niveau de vulnérabilité
Immédiate	105	Sur l'ensemble de l'aire	Moyen
Intermédiaire	90-115	Sur l'ensemble de l'aire bactériologique	Moyen
Intermédiaire	90-136	Sur l'ensemble de l'aire virologique	Moyen
Éloignée	90-150	Zones plus vulnérables situées au nord-ouest du puits	Moyen

L'indice de vulnérabilité présente un bon niveau puisque ne dépassant jamais le seuil de 180, synonyme d'une vulnérabilité élevée. Dès lors que la vulnérabilité a été évalué, il convient de croiser ces résultats avec l'ensemble des menaces répertoriées qui pourraient affecter la qualité de l'eau.

6 ÉVALUATION DES MENACES POUR LES EAUX SOUTERRAINES

6.1 GÉNÉRALITÉS

L'objectif de cette section de rapport vise à recenser tous les éléments susceptibles de représenter une source de pollution ou pouvant altérer la qualité et la potabilité de l'eau. De façon générale, les principales activités ayant un potentiel de contamination de l'eau souterraine sont les suivantes (dans un ordre décroissant de risque) :

- Lieux d'enfouissement ;
- Industries en tout genre ;
- Cours de rebuts et anciens dépotoirs ;
- Charge au sol reliée à l'activité agricole ;
- Réservoirs d'hydrocarbures enfouis ou hors terre ;
- Émissaires d'égouts ;
- Sels déglaçant et liquides abat-poussière.



Les menaces associées à chacun des types d'activités à risque dépendent des substances qui peuvent en être dégagées. Ces substances doivent être évaluées en fonction de leur toxicité, de leur mobilité et de leur persistance dans l'environnement.

Le MELCC a élaboré au fil du temps des directives et règlements dont certains articles mentionnent des distances minimales à respecter par rapport à une prise d'eau potable pour certains usages et activités. Le tableau 14 présente les distances minimales à respecter pour quelques usages à risque. Il s'avère possible de déroger à certaines normes de localisation en réalisant une étude hydrogéologique qui démontre, entre autres, que l'activité industrielle ou commerciale exercée sur un terrain donné n'est aucunement susceptible d'altérer la qualité ou la quantité des eaux souterraines destinées à la consommation humaine. Ces études doivent être réalisées sous la signature d'un ingénieur ou d'un géologue membre d'un ordre professionnel.



Tableau 8 : Distances minimales à respecter par rapport à certaines activités à risque

Usages et activités	Distance minimale
Zones inondables (RPEP Q-2, r.35-.2 article 15)	15 mètres
Système étanche de traitement des eaux usées (RPEP Q-2, r.35-.2 article 17)	15 mètres
Éléments épurateurs de résidences isolées (RPEP Q-2, r.35-.2 article 17)	30 mètres
Épandages de fumier ou de lisier (RPEP Q-2, r.35-.2 article 17)	30 mètres
Établissements de production animale d'élevage sur fumier liquide (RPEP Q-2, r.35-.2 article 17)	Varie de 30 à 100 mètres
Cimetières (RPEP Q-2, r.35-.2 article 17)	30 mètres
Entreposage, préparation et application des principaux pesticides actifs (P-9,.3, r.1 article 15, 35 et 50)	100 mètres
Aires d'enfouissement de pâtes et papiers (RFPP Q-2, r.27 article 51)	300 mètres
Exigences sur équipements pétroliers (Code de sécurité de bâtiments, chapitre B-1.1, r.3, article 168)	1 000 mètres
Carrières et sablières (RLRQ Q-2, r. 7 article 15)	1 000 mètres
Aires d'enfouissement de déchets solides (REIMR Q-2, r.19 article 13)	1 000 mètres (interdit où nappe libre à fort potentiel)
Lieu d'enfouissement de sols contaminés (RESC, Q-2, r.18, article 8)	Protection immédiate et intermédiaire d'un puits pour système d'aqueduc



6.2 MÉTHODOLOGIE

La première étape dans l'évaluation des menaces susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées est la réalisation de l'inventaire complet des éléments présents sur l'ensemble des aires de protection. L'inventaire se divise en trois catégories :

- **L'inventaire des activités anthropiques** : l'ensemble des lieux et des établissements qui, dans le cours normal de leur fonctionnement, libèrent ou sont susceptibles de libérer des contaminants chimiques ou microbiologiques dans l'environnement ;
- **Évènements potentiels** : les situations imprévisibles associées à une activité anthropique qui représente un risque de contamination chimique ou microbiologique ;
- **Affectations du territoire** : les affectations sont présentées dans le schéma d'aménagement et de développement d'une MRC.

Pour l'ensemble des aires de protection, l'inventaire des activités anthropiques a été réalisé à l'aide de la base de données des Codes d'utilisation des biens-fonds (CUBF) de la municipalité fournis par la MRC de Maskinongé. Les données vectorielles des codes d'utilisation des biens-fonds (CUBF) ont été superposées aux aires de protection (*Figure 11, p. 42*) afin de cartographier ces menaces. Avec la cartographie des utilisations, il est alors plus facile de localiser les espaces qui représentent un risque plus élevé de contamination. De plus, cela permet lors de la visite terrain de cibler davantage les lieux à examiner. Une analyse par photo-interprétation affine également les analyses et les endroits à privilégier lors du travail de terrain. La photo-interprétation demeure facultative, mais vient parfois appuyer les hypothèses. Il est cependant important de vérifier la date des photos disponibles afin de s'assurer de l'actualité des informations.

Une fois les secteurs d'activités dommageables identifiés et repérés, il convient d'établir une hiérarchisation de la dangerosité de ces activités. Pour cela, nous passons à une seconde étape qui consiste à déterminer le potentiel de risque que représente les activités anthropiques et les évènements potentiels. Le potentiel de risque s'évalue en trois parties :

- Évaluation de la gravité des conséquences ;
- Estimation de la fréquence ou de la probabilité ;
- Détermination du potentiel de risque.

L'évaluation de la gravité des conséquences varie de mineure à catastrophique et est évaluée selon les critères présentés plus haut au *tableau 8*. Le potentiel de risque est intimement relié aux types d'activités. Le *tableau 15* (p. 40 et 41) permet de lister ces activités et de leur attribuer un potentiel en fonction de divers paramètres : types d'activités, localisation (relatives aux aires de protection), types d'évènements dommageables, fréquence d'occurrence des évènements.



Tableau 9 : Quatre niveaux de gravité des conséquences

Niveau de gravité	Définition
Mineure	Problème de qualité de l'eau esthétique ou organoleptique perceptible, mais pouvant être toléré
Sérieuse	Problème de qualité de l'eau esthétique ou organoleptique inacceptable
Grave	Contamination de l'eau pouvant avoir un effet sur la santé 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)

La gravité est ensuite ajustée en fonction de la localisation de l'activité ou de l'évènement, du niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection et de la capacité de traitement des installations de production d'eau potable. Cet ajustement implique soit une diminution du niveau de gravité soit une augmentation tel que montré au *tableau 9*.



Tableau 10 : Ajustement de la gravité des conséquences à appliquer

Caractéristique	Particularité	Ajustement de la gravité
Localisation de l'activité ou de l'évènement	Aire de protection immédiate	Augmentation d'un niveau
	Aires de protection intermédiaires	Aucun
	Aire de protection éloignée	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

La troisième étape de l'évaluation des menaces est l'évaluation de la fréquence ou de la probabilité de l'activité à libérer ou à possiblement libérer des contaminants dans l'environnement. Les *tableaux 10 et 11* présentent les classifications possibles en fonction des activités anthropiques et évènements potentiels.

Tableau 11 : Catégories de fréquence de libération pour les activités anthropiques

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 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.

Les évènements et leur dangerosité sont évalués en fonction des tableaux 9, 10 et 11. Le tableau 11 permet d'estimer l'occurrence possible de chacun des évènements inventoriés; trois paliers de probabilités sont décrits dans le tableau ci-dessous.



Tableau 12 : Catégories de probabilité applicables aux évènements potentiels

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

Finalement, le potentiel de risque est évalué par la combinaison de la gravité des conséquences avec la fréquence de libération d'un contaminant. Cette évaluation est présentée aux tableaux 12 et 13. Ces deux tableaux servent de matrices de notations pour l'évaluation finale.

En fonction des éléments recueillis à l'aide des tableaux 9,10 et 11, nous obtenons le potentiel de risque associé en croisant les différents scores.

Tableau 13 : Évaluation des potentiels de risque associés aux activités anthropiques.

Fréquence	Gravité des conséquences			
	Mineure	Sérieuse	Grave	Catastrophique
Très fréquent	Moyen	Élevé	Très élevé	Très élevé
Fréquent	Faible	Moyen	Élevé	Très élevé
Occasionnel	Très faible	Faible	Moyen	Très élevé
Rare	Très faible	Très faible	Faible	Élevé



Tableau 14 : Évaluation des potentiels de risque associés aux évènements potentiels.

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

6.3 ACTIVITES ANTHROPIQUES ET LES MENACES QU'ELLES REPRESENTENT

Le puits de production PE-1 et son aire de protection immédiate sont situés sur le lot rénové 5 128 028. Ce terrain, d'une superficie de 4 885,5 m², appartient à la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé depuis 1967 et son adresse est le 3851, rue Notre-Dame.

Cette aire de protection exclut la présence d'activité anthropique et d'évènements potentiels pouvant représenter une menace pour l'approvisionnement en eau souterraine.



Photo 1: Matériaux entreposés sur le lot 6 190 131



Le lot 6 190 131, adossé au sud du lot 5 128 028, est la propriété de CASAUBON & FRÈRE où l'affectation du territoire est 9 100. Il s'agit d'un espace sans affectation particulière. Néanmoins, à la suite de notre visite terrain, nous avons pu constater la présence en grande quantité de divers matériaux. Le propriétaire du terrain, est un entrepreneur en construction spécialisé dans le terrassement et l'excavation. Cela induit la présence de différents éléments susceptibles de constituer une menace. Les activités recensées dans l'aire de protection intermédiaire sont non répertoriées selon les codes d'utilisation des biens fonds. Comme dit précédemment, le code 9100 correspond à des zones non définies pour lesquelles aucune activités précises n'est caractérisées. Cet espace non affecté sert vraisemblablement de zone d'entreposage à l'entreprise de travaux propriétaire du terrain.

L'aire de protection éloignée comprend essentiellement des zones résidentielles. Quelques espaces affectés aux services ou à des activités commerciales sont recensés. Enfin, vers le nord et autour du réservoir, une partie du boisé est exploitée pour la production acéricole. Nous notons également dans l'aire de protection éloignée une petite portion de parcelle anciennement occupée par le Zoo de Saint-Édouard. Celui-ci n'étant plus ouvert au public depuis 2018, il ne constitue actuellement plus une réelle menace. Le tableau 15 propose un résumé de l'évaluation des menaces représentés par les activités anthropiques.

Les menaces sont hiérarchisées par aire de protections (la plus proche à la plus éloignée). La figure 11 présente les activités anthropiques répertoriées selon les codes d'utilisation des biens-fonds (CUBF) alors que l'annexe 6 contient le tableau complet des activités anthropiques répertoriées selon les directives du guide.

Aucune activité risquant d'affecter la quantité d'eau souterraine disponible n'est répertoriée. En effet, les prélèvements résidentiels ont un impact négligeable sur la quantité d'eau souterraine disponible au puits PE-1 compte tenu du faible volume d'eau prélevé.



Tableau 15 : Résumé des activités anthropiques inventoriées, ainsi que la menace qu'elles représentent.

Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Fréquence
Génératrice d'urgence pour la pompe submersible	Alimentation en eau potable	Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé	Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé Rue Notre-Dame Saint-Édouard-de-Maskinongé JOK 2H0	6722	Protection contre l'incendie et activités connexes	Aire de protection intermédiaire	Substance inorganique: Hydrocarbure	Catastrophique	Catastrophique	Localisation de l'activité dans l'aire de protection immédiate, Indice DRASTIC Moyen	Occasionnel
Entrepreneur en Excavation	Réalisation de terrassement et excavation	CASaubon & FRÈRE	3741, rue Notre-Dame Saint-Édouard-de-Maskinongé JOK 2H0	9100	Espace de terrain non aménagé et non exploité (excluant l'exploitation non commerciale de la forêt)	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Substance inorganique: Matériaux, Pneus, Bois traités, tôles, Métal	Catastrophique	Catastrophique	Localisation de l'activité dans l'aire de protection intermédiaire, Indice DRASTIC Moyen	Très Fréquent



9107-0508 QUEBEC INC.	Entreprise de construction de meubles résidentiels	TECHNI BOIS	3910, rue Saint-André Saint-Édouard-de Maskinongé J0K 2H0	2819	Autres industries du meuble résidentiel	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Produits de traitement - finition bois	Grave	Grave	Localisation de l'activité dans l'aire de protection intermédiaire, Indice DRASTIC Moyen	Rare
ProQuincaillerie	Quincaillerie- Dépanneur- Vente de détails	HAMELIN ET FILLE INC.	HAMELIN ET FILLE INC. 3800, rue Saint-Édouard-de Maskinongé J0K 2H0	5999	Autres activités de vente au détail	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Matériaux de constructions, parpaing, bois.	Grave	Sérieuse	Localisation de l'activité dans l'aire de protection éloignée, Indice DRASTIC Moyen	Très fréquent
Harnois	Station essence	HARNOIS ÉNERGIE	80, route 158 SAINT-THOMAS J0K 3L0	5533	Station libre-service, ou avec service et dépanneur sans réparation de véhicules automobiles	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Substance inorganique: Hydrocarbure	Catastrophique	Sérieuse	Localisation de l'activité dans l'aire de protection éloignée, Indice DRASTIC Moyen	Très fréquent
Zoo de Saint-Édouard	Exposition d'animaux	NORMAND TRAHAN INC.	3390, rang des CHUTES Saint-Édouard-de Maskinongé J0K 2H0	7124	Zoo	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Substance inorganique : Nitrates, Nitrates	Grave	Mineure	Localisation de l'activité dans l'aire de protection éloignée, Indice DRASTIC Moyen	Très fréquent
Acériculture	Érablières	CASAUBON, MARC-PAUL	3480, rue Notre-Dame Saint-Édouard-de Maskinongé J0K 2H0	8131	Acériculture	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)		Mineure	Mineure	Localisation de l'activité dans l'aire de protection éloignée, Indice DRASTIC Moyen	Rare



6.4 ÉVÈNEMENTS POTENTIELS ET MENACES QU'ILS REPRÉSENTENT

Les évènements potentiels sont les situations imprévisibles associées aux activités anthropiques répertoriées à la section 6.3. Le tableau 16 présente un résumé de l'évaluation du risque pour les évènements potentiels inventoriés. Le tableau d'inventaire complet est présenté à l'annexe 6, tandis que le chiffrier Excel sera fourni séparément sur support électronique.

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate, le seul évènement potentiel retenu serait le déversement accidentel de produits pétroliers utilisés pour le fonctionnement de la génératrice d'urgence pour la pompe submersible du puits. **Le potentiel de risque associé à un déversement d'hydrocarbures dans l'aire de protection immédiate est moyen.**

À l'intérieur des aires de protection intermédiaire et éloignée, les évènements potentiels reliés aux activités agricoles sont reliés aux déversements accidentels de fertilisants ou de pesticides. La conséquence de tels évènements est grave, mais cependant, l'éloignement de ces évènements potentiels, ainsi que la faible probabilité que ceux-ci surviennent font en sorte que le potentiel de risque retenu est de faible à très faible. Les évènements potentiels reliés aux activités de logement résidentiels sont des incendies ou déversements mineurs. La conséquence de tels évènements est grave, mais cependant, l'éloignement de ces évènements potentiels, ainsi que la faible probabilité que ceux-ci surviennent font en sorte que le potentiel de risque retenu est très faible. Enfin, les évènements reliés au transport routier sont des déversements accidentels d'hydrocarbures, comme par exemple, de l'huile à chauffage, ou de produits chimiques. La conséquence de tels évènements est grave, mais cependant, l'éloignement de ces évènements potentiels, ainsi que la faible probabilité que ceux-ci surviennent puisqu'il ne s'agit pas d'axes de transport très fréquentés, font en sorte que le potentiel de risque retenu est très faible.

En somme, le plus grand potentiel de risque retenu est celui relié à un déversement accidentel du carburant utilisé pour faire fonctionner la génératrice qui sert à l'alimentation électrique d'urgence des installations de prélèvement d'eau souterraine. Ce potentiel de risque est caractérisé de moyen.



Tableau 16 : Événements potentiels et risque associé

Nom de l'événement potentiel	Nom de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Description de l'activité anthropique associée à l'événement potentiel	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Déversement d'hydrocarbure	Génératrice d'urgence pour la pompe submersible	Endechement de la génératrice pour l'alimentation en eau potable	Municipalité de St-Éduard de Maskinongé	Municipalité de St-Éduard de Maskinongé rue Notre-Dame Saint-Eduard-de-Maskinongé QC J0K2H0	6722	Protection contre l'incendie et activités connexes	Aire de protection immédiate	Substance inorganique: Hydrocarbure	Catastrophique	Catastrophique	Localisation de l'activité dans l'aire de protection immédiate, Indice DRASTIC Moyen	Peu probable	Moyen	X
Déversement de contaminants	Travaux-terrassement-excavation	Excavation et entreposage de matériaux potentiellement dangereux lors de chantiers	Casabon & Frère	3741, rue Notre-Dame Saint-Eduard-de-Maskinongé QC J0K2H0	9100	Espace de terrain non aménagé et non exploité (excluant l'exploitation non commerciale de la forêt)	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Substance inorganique: Hydrocarbure, Contaminant issu du traitement des bois de voies ferrées	Catastrophique	Catastrophique	Localisation de l'activité dans l'aire de protection intermédiaire, Indice DRASTIC Moyen	Presque certain	Très Élevé	X
Déversement d'hydrocarbure	Axe de transport	Rue Notre-Dame/ Route 348	Ministère des transports du Québec/Municipalité de Saint-Éduard-de-Maskinongé	500, boulevard René-Lévesque Ouest, bureau 4010 Montréal QC H2Z1W7 3851, rue Notre-Dame Saint-Eduard-de-Maskinongé QC J0K2H0	4550	Rue et avenue pour l'accès local	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Substance inorganique: Hydrocarbure	Catastrophique	Catastrophique	Localisation de l'activité dans l'aire de protection intermédiaire, Indice DRASTIC Moyen	Possible	Élevé	X
Déversement d'hydrocarbure	Station essence	Pompe à essence avec réservoir de grande capacité. Risque de fuite lors de l'utilisation des pompes ou du remplissage des réservoirs	Harcos Énergie	80, route 158 Saint-Thomas QC J0K3L0	5533	Station libre-service, ou avec service et dépanneur sans réparation de véhicules automobiles	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Substance inorganique: Hydrocarbure	Catastrophique	Grave	Localisation de l'activité dans l'aire de protection éloignée, Indice DRASTIC Moyen	Possible	Moyen	X

6.5 INVENTAIRE DES AFFECTATIONS DU TERRITOIRE

La figure 12 présente une cartographie des affectations du territoire à l'étude. Plusieurs affectations sont présentes sur les différentes aires de protection du puits d'exploitation PE-1 et PE-2, soit urbaine, forestière et récréative. Les usages permis sont notamment l'acériculture, la foresterie. On répertorie également une zone urbanisée par des résidences unifamiliales en bordure du 2^e rang. L'ensemble des aires de protection n'est donc pas situé à l'intérieur d'un zonage contribuant à la protection de la qualité des eaux souterraines. Notons également que qu'un milieu humide se trouve dans l'aire de protection éloignée. Il se situe sur le terrain du Zoo aujourd'hui fermé ; en terre privée. Identification des problèmes avérés et de leurs causes probables

Tableau 17: Inventaire des affectations du territoires

Nom de l'affectation	Aire ou combinaison d'aires de protection que touche l'affectation	Affectation représentant un risque ou contribuant à la protection	Nom de l'activité anthropique permise représentant un risque	Description de la nature et de l'ampleur du risque associé à l'activité anthropique permise
Urbaine	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Entreprise de travaux-excavations CASAUBON & FRÈRE	Entreposage de matériaux d'excavation (notamment bois traités, fer pain, pneus caoutchouc)
Récréative	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Affectation représentant un risque	Station-service Harnois	Risque de fuite d'hydrocarbure lors du remplissage des cuves ou des réservoirs
Forestière	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Affectation contribuant à la protection	CASAUBON, MARC-PAUL	Produits dérivés de l'eau d'érable

Les sous-sections 7.1 et 7.2 présentent une identification des problèmes avérés décrits à la section 3.5 de ce document. Il est à noter que le suivi de l'eau traitée des cinq dernières années comprend l'eau provenant des anciens puits situés en zone urbaine. En effet, ceux-ci ont été obturés en 2017. À la suite de ces travaux, une partie des problèmes avérés s'en est trouvée réglée.



6.6 PROBLÈMES D'EAU BRUTE OU D'INTÉGRITÉ PHYSIQUE

Trois séries d'échantillons de la qualité physico-chimique de l'eau brute du puits PE-1 ont été réalisées lors des essais de pompage de 2007 et 2017. Les substances dont les concentrations sont supérieures au critère applicable (concentration maximale acceptable, objectif esthétique ou valeur guide par Santé Canada) sont :

- Dureté
- Fer
- Baryum
- Couleur
- Sulfures
- Solides totaux

Ces substances sont également décrites comme faisant partie d'une problématique régionale (PACES, 2013). Elles auraient une origine naturelle dérivée de la nature des roches locales.

La concentration de strontium est également élevée dans l'eau brute, sans toutefois excéder le critère applicable.

Cette substance serait aussi d'origine naturelle, puisque les activités anthropiques pouvant en libérer dans l'environnement sont principalement l'activité minière ou les industries, de façon générale. Ces activités ne sont toutefois pas présentes dans l'aire d'alimentation du puits PE-1.

La concentration de carbone organique est également élevée dans l'eau brute. De plus, elle a augmenté entre 2007 et 2017. L'origine de cette substance serait la tourbière située au nord-ouest des installations de prélèvement.

En ce qui concerne le suivi de la qualité microbiologique de l'eau brute, un seul dépassement a été constaté en date du 22 septembre 2015 (1 UFC/100 ml d'entérocoques était présent) sur les cinq années de suivi. Cet événement semble fortuit et aucune cause probable n'a été identifiée.



6.7 PROBLÈMES DE QUALITÉ DÉTECTÉS DANS L'EAU DISTRIBUÉE

Le système d'approvisionnement de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé approvisionne moins de 5 000 personnes. Les substances visées par le Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP) sont donc les nitrites/nitrates (analyses trimestrielles) ainsi que onze substances inorganiques (analyses annuelles). Les données du suivi couvrent la période de 2015 à 2019, ce qui correspond au suivi requis de cinq années. L'interprétation des données a été établie en fonction des critères d'identification présentés au tableau 17.

Tableau 18 : Critères d'identification des problèmes détectés dans l'eau distribuée

Proportion de la concentration maximale par rapport à la norme applicable	Présence du contaminant jugée problématique?	Vérification à effectuer
< 20%	Non	Aucune action requise
Entre 20 % et 50 %	Non	Porter une attention particulière aux concentrations obtenues des analyses futures
> 50 %	Oui	Tenir compte de la substance lors de l'identification des causes probables des problèmes avérés

On observe trois dépassements ponctuels de la CMA pour les paramètres du cuivre, du plomb et des trihalométhanes (THM). La détection ponctuelle de cuivre ou de plomb dans l'eau distribuée semble associée principalement d'un phénomène de corrosion dans la tuyauterie à base d'alliage de cuivre et plomb des résidences sélectionnées pour effectuer l'échantillonnage. Un suivi de ces paramètres est requis et, en cas de dépassement régulier, il faudrait faire corriger la situation par un professionnel en eau potable (ajustement de l'alcalinité, du pH ou ajout d'un inhibiteur de corrosion). La présence de THM dans l'eau distribuée a respecté la norme de l'eau potable pour l'année 2019 mais a déjà été légèrement au-dessus avant 2017 lorsque l'eau brute provenait de plusieurs puits. Il est donc recommandé de porter une attention particulière aux concentrations obtenues des analyses futures des THM. L'origine de ces substances serait le carbone organique total de l'eau brute.

La concentration de baryum dans l'eau traitée est toujours sous la CMA, mais se situe régulièrement à plus de 50% de celle-ci. L'origine de cette substance est naturelle, mais il est à noter que, suite à l'obturation en 2017 des puits municipaux situés en zone urbaine, la concentration de baryum a diminué de 2 mg/l dans l'eau brute et de 0,5 mg/l en moyenne dans l'eau distribuée.



Par ailleurs, il est possible d'observer qu'à l'arrivée de certains échantillons d'eau au laboratoire, la température est supérieure à la norme de conservation des échantillons. Il est donc recommandé de maintenir une température froide à l'intérieur de la glacière de transport en tout temps.

6.8 PROBLÈMES DE QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES

Le puits PE-1 permet à lui seul de subvenir aux besoins de la population de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé. Le puits d'urgence permet de sécuriser son approvisionnement en cas de bris. Aucune problématique d'approvisionnement en eau n'est survenue au cours de la période de 2015 à 2019. Ajoutons également que le réseau d'aqueduc n'est pas utilisé comme source d'approvisionnement en cas d'incendie.

7 INFORMATIONS SUPPLÉMENTAIRES REQUISES

Selon le guide de réalisation des analyses de vulnérabilité du MELCC, pour les responsables d'un prélèvement d'eau alimentant un système de distribution de 500 à 5 000 personnes qui ne disposent pas de données relatives aux substances organiques, le Ministère recommande d'effectuer, aux fins de réalisation de l'analyse de vulnérabilité, au minimum deux suivis de substances organiques ciblés à l'article 19 du RQEP. Dans la mesure où il n'y a pas de cultures à l'intérieur des aires de protection des puits, l'analyse des pesticides est peu pertinente. Par contre, compte-tenu de l'environnement du périmètre de protection immédiat, occupé notamment par du stockage de machinerie, nous suggérons de réaliser au moins deux suivis de substances organiques autres, telles que décrites à l'Annexe 2 du RQEP.



8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

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

- Le site de prélèvement à l'étude est composé de deux puits tubulaires aménagés dans les formations superficielles ;
- L'aménagement des installations de prélèvement d'eau et leur aire de protection immédiate respecte les normes prescrites dans le RPEP ;
- Les installations de production et distribution d'eau potable comprennent un système de traitement de l'eau avant sa distribution ;
- L'aquifère exploité est le socle rocheux. Il est maintenu captif à semi-captif par un horizon de silt argileux. La recharge de l'Aquifère s'effectue plus au nord via le socle rocheux ;
- Les aires de protection des puits ont été mises à jour à l'aide de calculs numériques du logiciel *Visual MODFLOW* pour un débit d'exploitation journalier de 193 m³/jour, soit le débit autorisé du puits ;
- La carte d'indice de vulnérabilité DRASTIC a été réalisée sur l'ensemble des aires de protection. Les résultats indiquent que l'ensemble des aires de protection possède un niveau de vulnérabilité moyen ;
- La carte d'indice de vulnérabilité démontre également que les zones plus vulnérables sont situées dans l'aire de protection éloignée ;
- Les menaces potentielles dans l'aire de protection immédiate sont reliées à un événement potentiel de déversement de carburant relié à l'usage d'une génératrice d'urgence pour faire fonctionner la pompe submersible du puits. Le niveau de risque retenu est moyen ;
- Les menaces potentielles dans les aires de protection intermédiaires sont reliées aux activités d'entreposage commerciales qui y sont effectuées dans une partie. Le potentiel de risque retenu est moyen ;
- Les menaces potentielles dans l'aire de protection éloignée sont reliées aux activités agro-forestières. Le potentiel de risque retenu est moyen ;
- Le système de traitement en place permet de faire une désinfection de l'eau afin de sécuriser l'approvisionnement aux utilisateurs ;
- L'aquifère exploité par les installations de prélèvement permet de subvenir à la quantité d'eau requise pour le réseau d'aqueduc municipal.

Compte-tenu de ce qui précède, il est possible de formuler les recommandations suivantes afin d'améliorer la protection de la ressource en eau potable de la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé :

- Faire respecter les interdictions décrites aux articles 58 à 64 du RPEP pour les aires de protection bactériologique et virologique ;
- Poursuivre le suivi de la qualité et de la quantité de l'eau distribuée ;
- Porter une attention spéciale aux concentrations des paramètres bactéries atypiques et coliformes totaux ;



- Adresser un avis à tous les propriétaires des terrains situés dans les aires de protection intermédiaires en indiquant les activités à proscrire ;
- Procéder à l'analyse des substances organiques ciblées à l'article 19 du RQEP au printemps ou à l'automne, au moins deux fois par période de cinq ans ;
- Interdire tout forage destiné à l'exploration pétrolière ou gazière dans l'aire de protection éloignée ;
- Instaurer des mesures d'urgence en cas de déversements accidentels dans l'aire d'alimentation des puits.

Finalement, l'état actuel de la distribution en eau potable reste conforme et présente un bon état général pour la garantie d'une eau de qualité. Bien que les puits d'alimentations soient en zone urbaine, la qualité de l'eau reste satisfaisante. Les niveaux de vulnérabilités décrits ici, montrent un niveau de vulnérabilité moyen. L'inventaire des activités anthropiques au sein des aires de protections montrent des menaces limitées. Elles sont limitées surtout par leur localisation, essentiellement dans les aires éloignées. La menace la plus sérieuse serait en lien avec la station-service et quincaillerie qui seraient les plus à même de poser problèmes.

Cependant les parcelles qui ceinturent l'aire de protection immédiate présentent de nombreux risques, mais leur occurrence est moins probable. Par conséquent, il faut maintenir une surveillance de de la zone d'entreposage de matériaux et de machinerie proche du périmètre de protection immédiat. Il serait alors judicieux d'informer le propriétaire sur les matériaux à éloigner le plus possible et collaborer avec lui pour éviter tout risque de contamination par des produits toxiques ou des métaux lourds. Un ajustement de la réglementation municipale serait également à envisager.

Pour terminer, l'analyse de vulnérabilité des sources d'alimentation en eau pour la municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé montre des résultats très corrects. À l'exception de la zone d'entreposage, peu d'éléments représentent un danger pour la potabilité de l'eau.



RÉFÉRENCES

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

Environnement et ressources naturelles, Canada, Normales Climatiques du Canada, 2019. Données pour le calcul des normales climatiques au Canada de 1981-2010, Station Louiseville (Québec).

Esri, 2020. World Imagery, Site internet:
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=10df2279f9684e4a9f6a7f08febac2a9>

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), novembre 2008. Carte pédologique, feuillets 31H10202, échelle 1 : 20 000.

Ministère de l'environnement et lutte contre les changements climatiques du Québec, 2020. Installations municipales de distribution d'eau potable. Site internet : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp>

Ministère de l'environnement et lutte contre les changements climatiques du Québec, 2020. Installations municipales de production d'eau potable approvisionnées en eau souterraine. Site internet :
http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/production/index_st.asp

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques du Québec, 2020. Système d'information hydrogéologique (SIH). Site Internet:
<http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/sih/index.htm>

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2020, Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP).

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2020. Service de diffusion de la cartographie hydrogéologique. Site internet : <https://www.servicesenligne.mddep.gouv.qc.ca/Atlas>



Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques. Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec. 2020. 189 pages. Site internet : <http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/guide-analyse-vulnerabilite-des-sources.pdf>

Ministère du développement durable, environnement et de la lutte contre les changements climatiques du Québec, 2020. Guide de conception des installations de production d'eau potable. Site Internet: <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/>

Ministère des ressources naturelles du Canada, 2000. Carte topographique 31106, échelle 1/50 000.

Ministère des ressources naturelles du Québec, 2001. Carte topographique 31106-0102 et 31106-0202, échelle 1/20 000.

Ministère de l'énergie et des ressources naturelles du Québec (GESTIM), 06 mai 2019. Carte des titres miniers 31106, échelle 1/50 000.

Ministère de l'énergie et ressources naturelles du Québec (SIGPEG), 2020. Carte des puits pétroliers et gaziers. <http://sigpeg.mrn.gouv.qc.ca/gpg/hydrocarbures/hydrocarbures.htm>

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2020. Registre des interventions d'Urgence-Environnement. Site Internet: http://www.environnement.gouv.qc.ca/ministere/urgence_environnement/resultats_region.asp

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2020. Répertoire des dépôts de sols et de résidus industriels. Site Internet : http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/residus_ind/recherche.asp



Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2020. Répertoire des terrains contaminés. Site Internet: <http://www.environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 2 juillet 2020. Répertoire des sites d'équipements pétroliers. Site Internet : <https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-dintervention/equipements-petroliers/repertoire-des-sites-dequipements-petroliers.html>

Ministère de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, 29 juin 2020. Liste des titulaires d'un permis d'utilisation pour des équipements pétroliers à risque élevé. Site Internet : <https://www.rbq.gouv.qc.ca/domaines-dintervention/equipements-petroliers/liste-des-titulaires-dun-permis-dutilisation.html>

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



ANNEXES

ANNEXE 1 : CARTES ET FIGURES

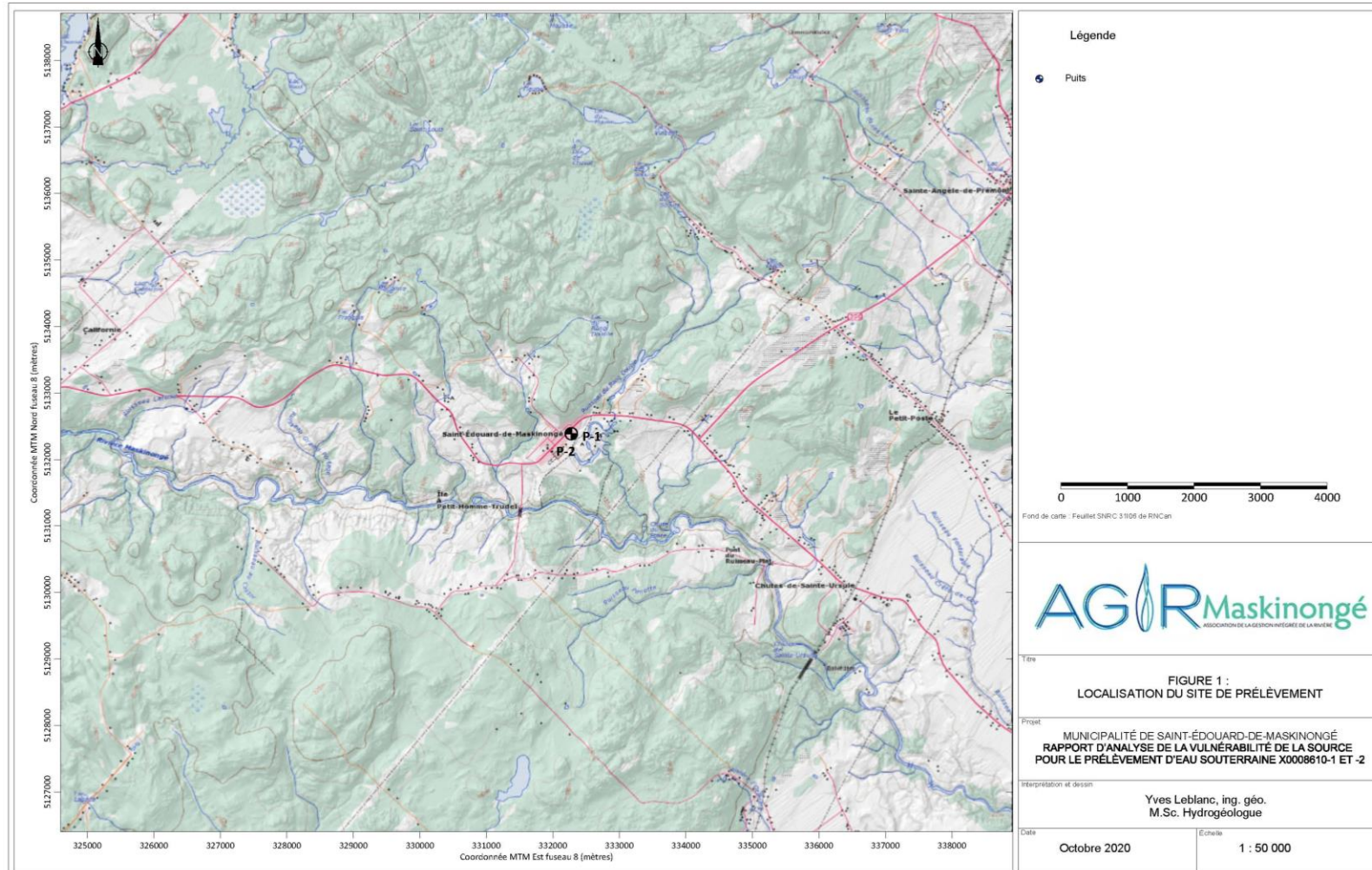


Figure 1

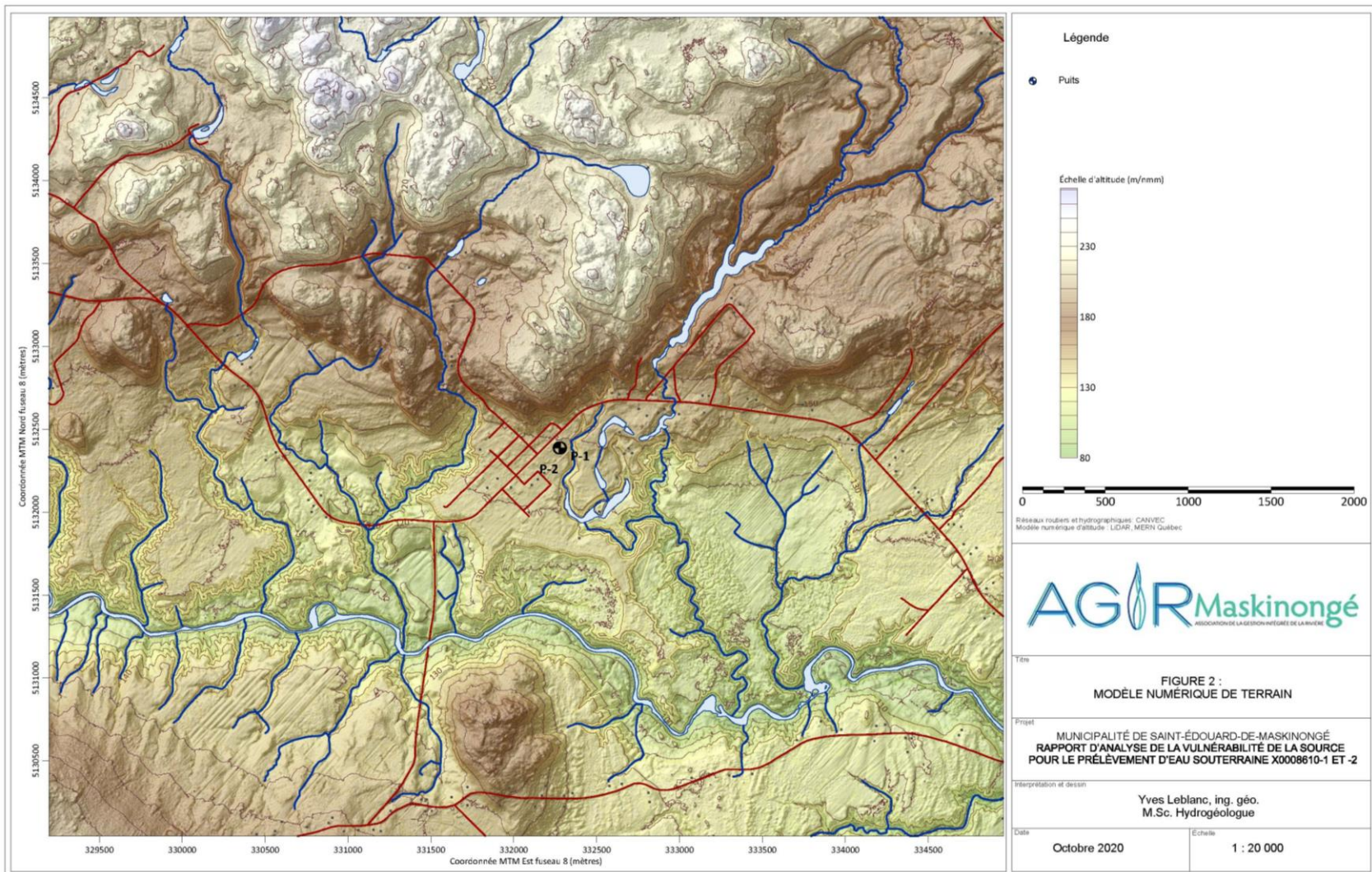


Figure 2

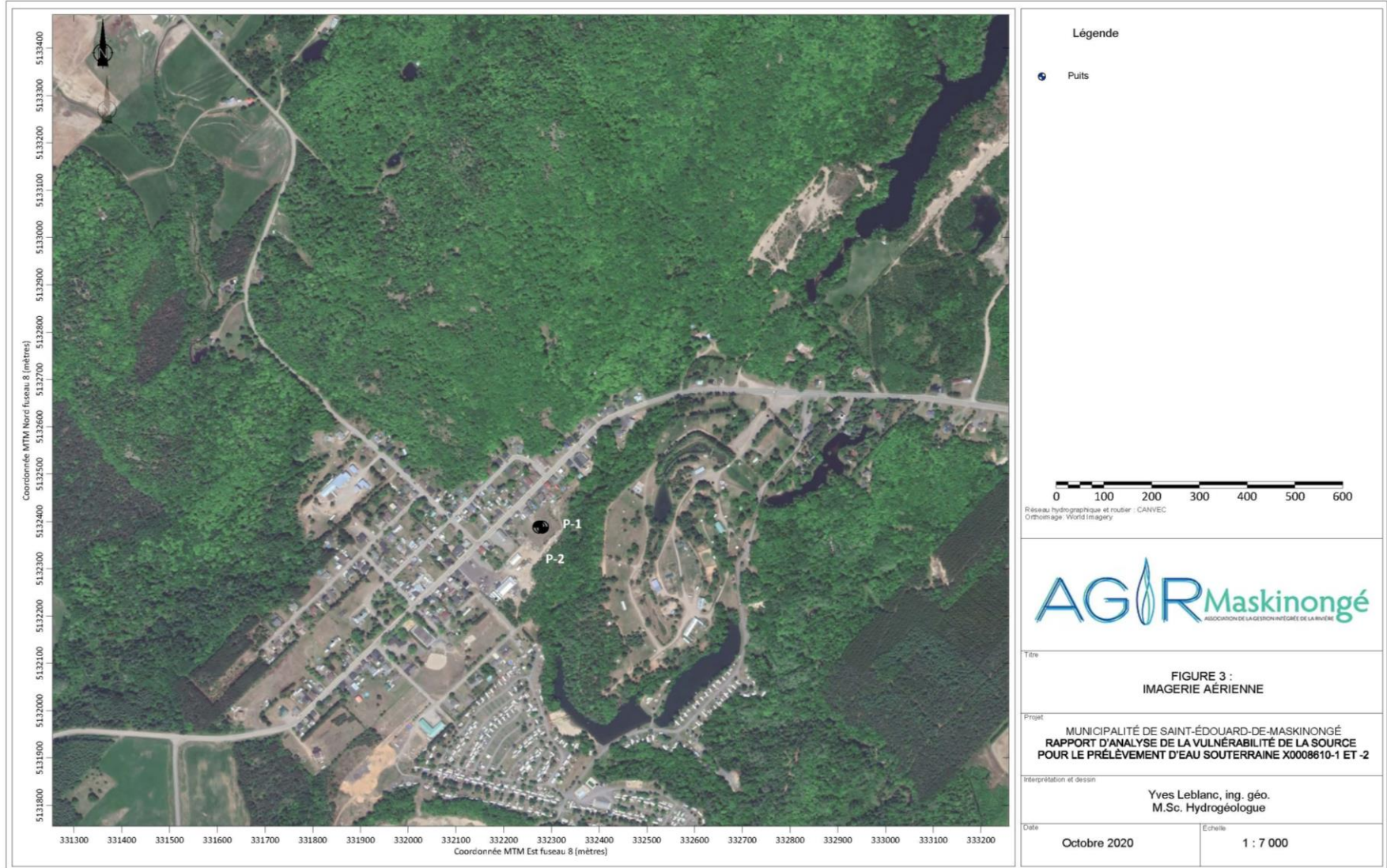


Figure 3

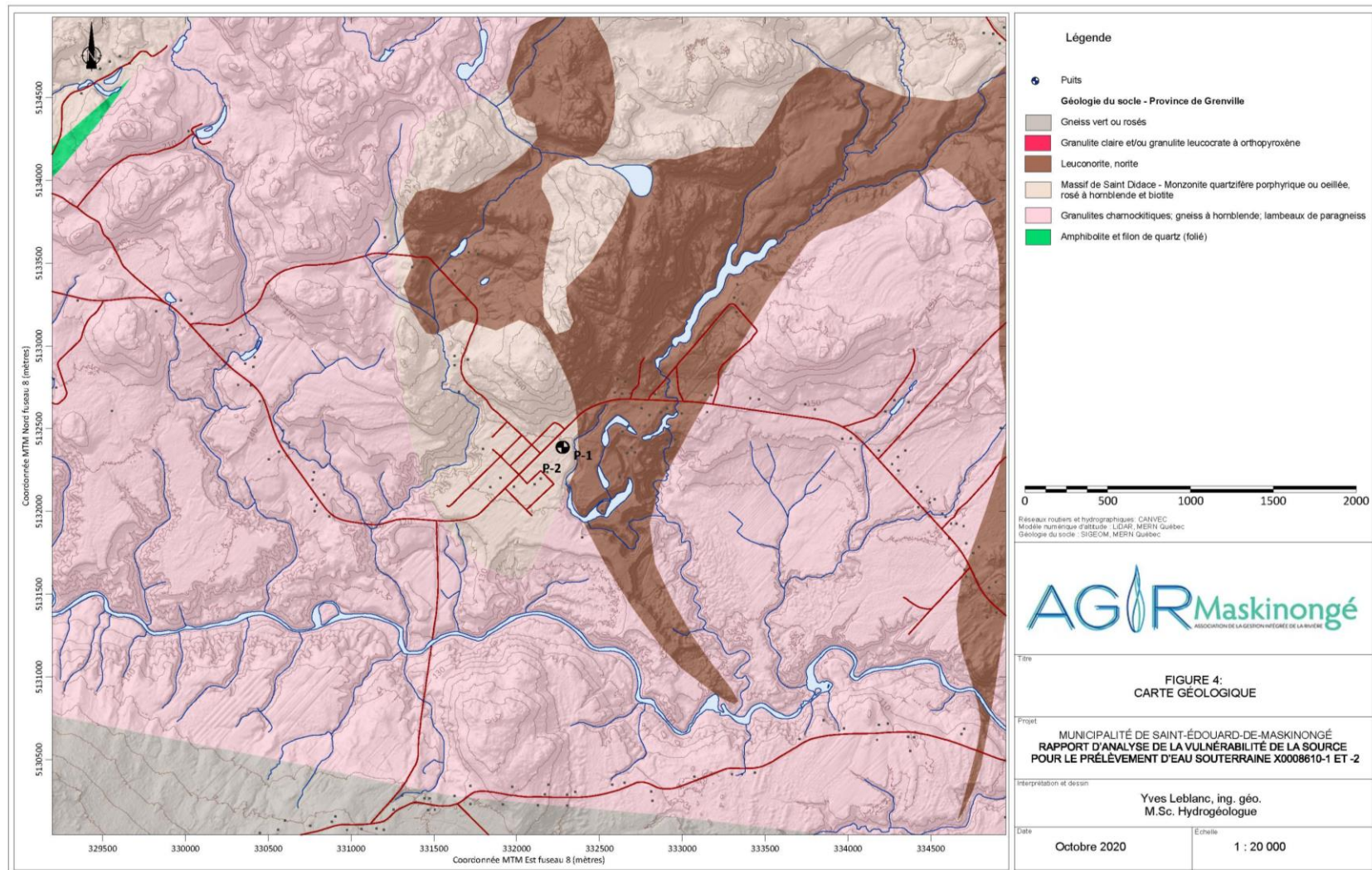


Figure 4

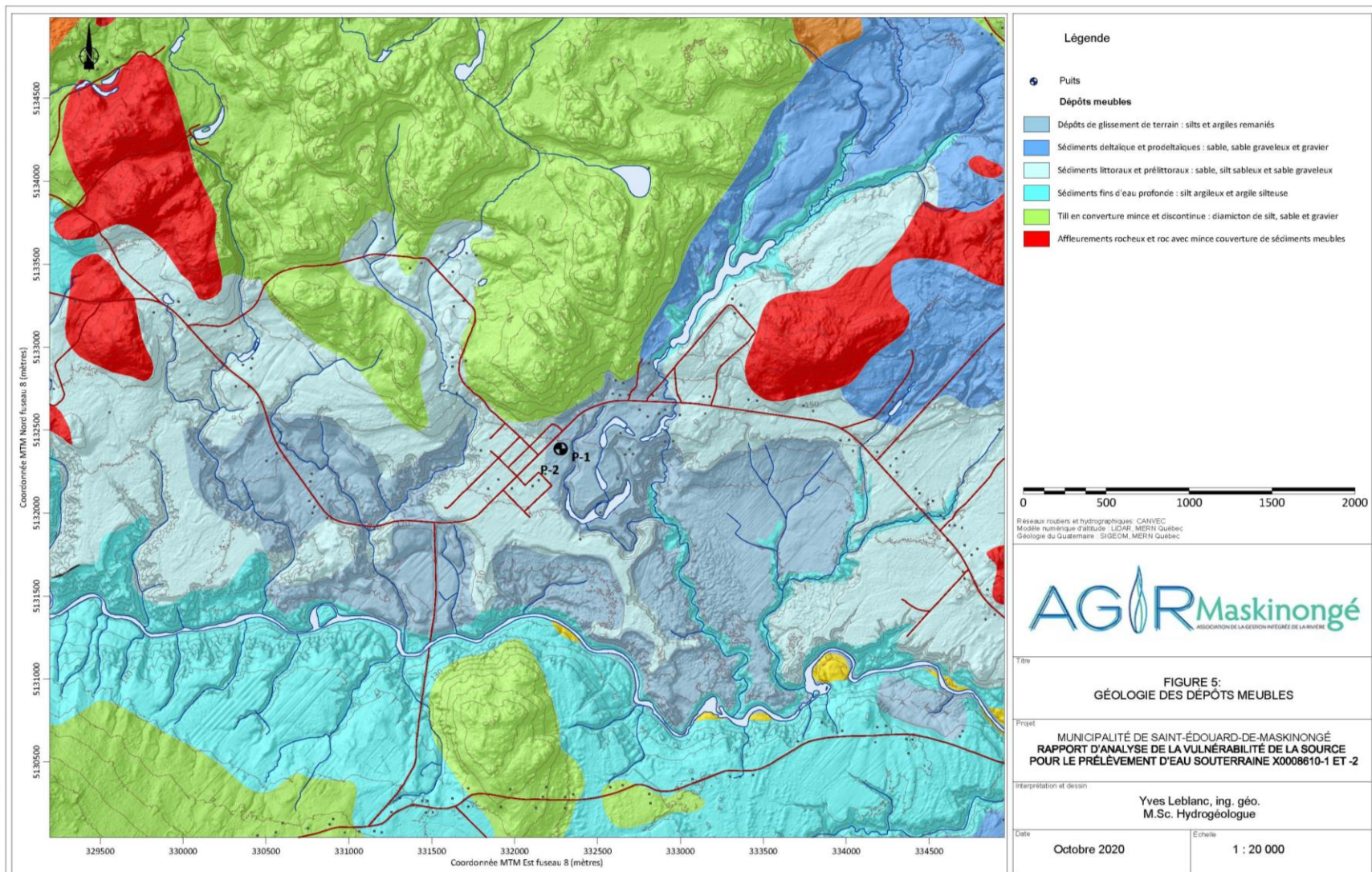


Figure 5

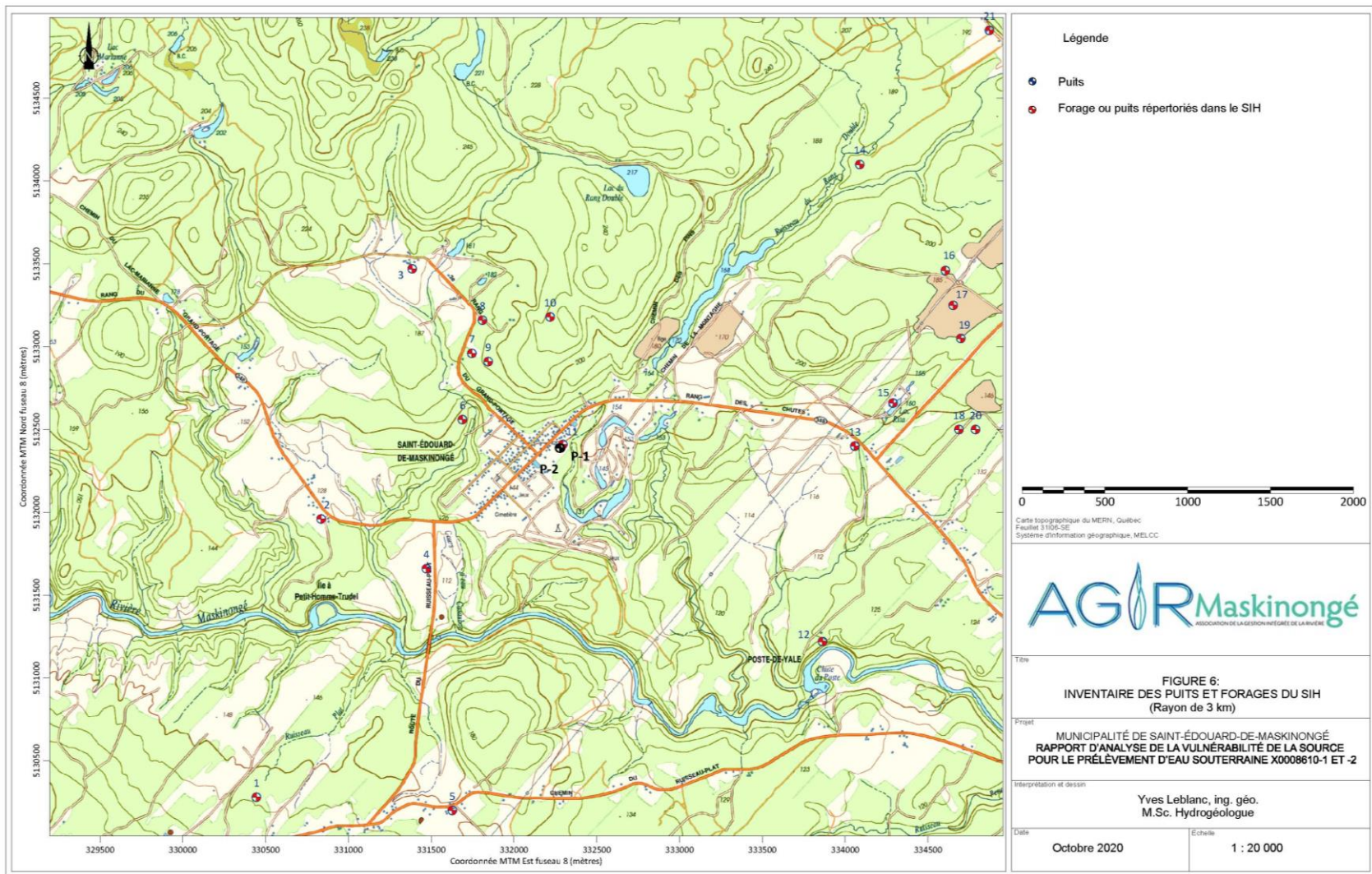


Figure 6

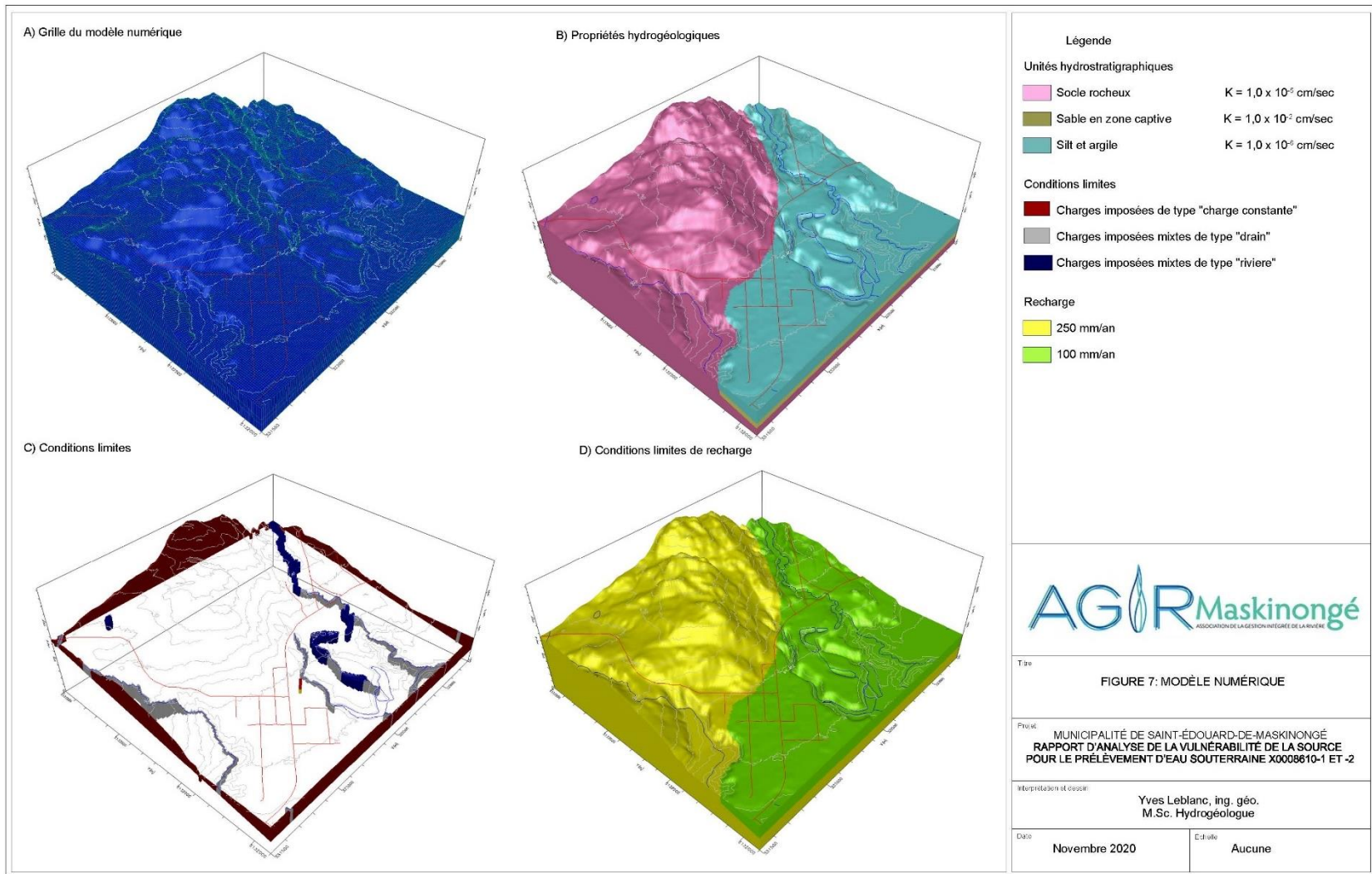


Figure 7

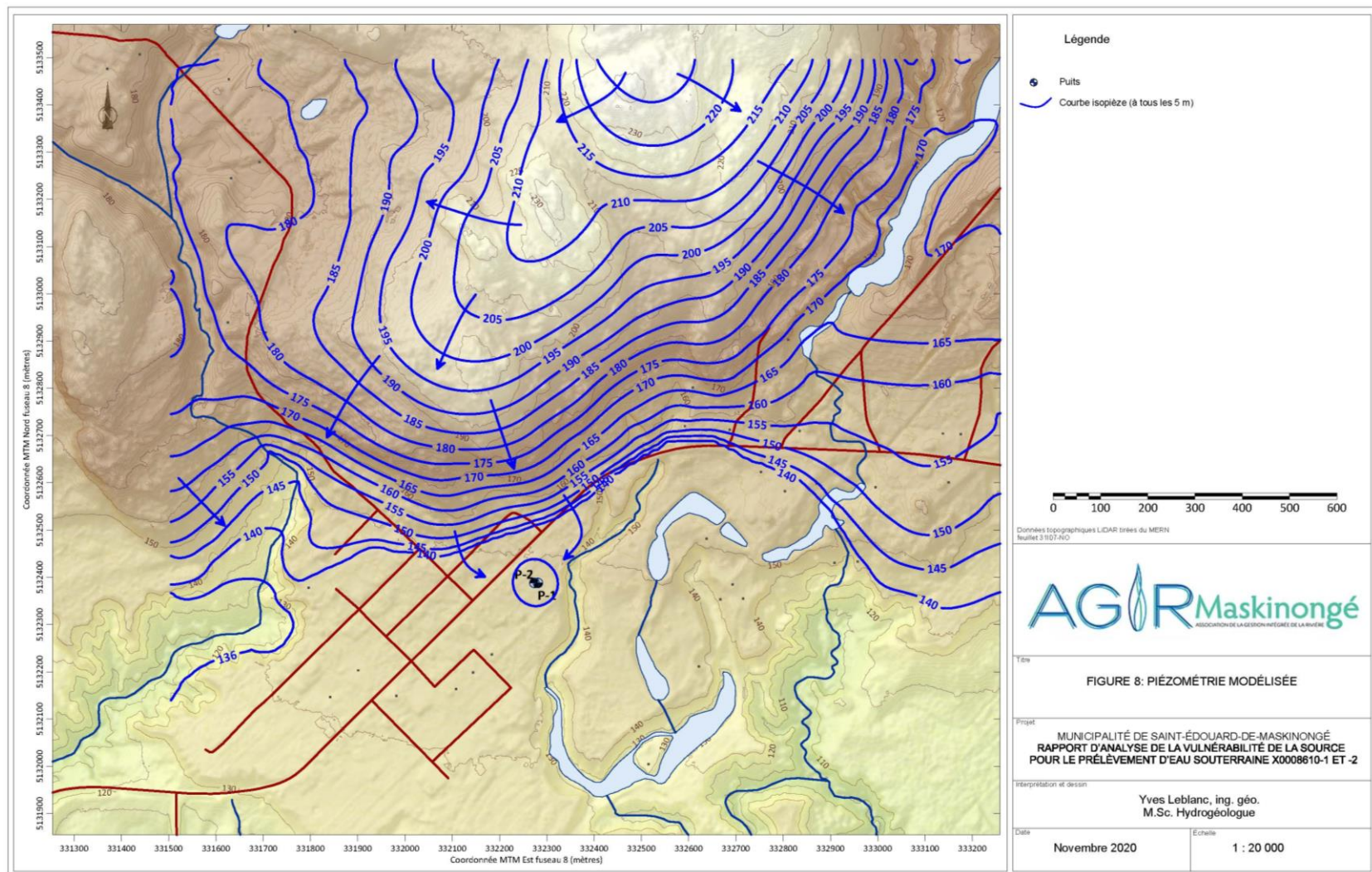


Figure 8

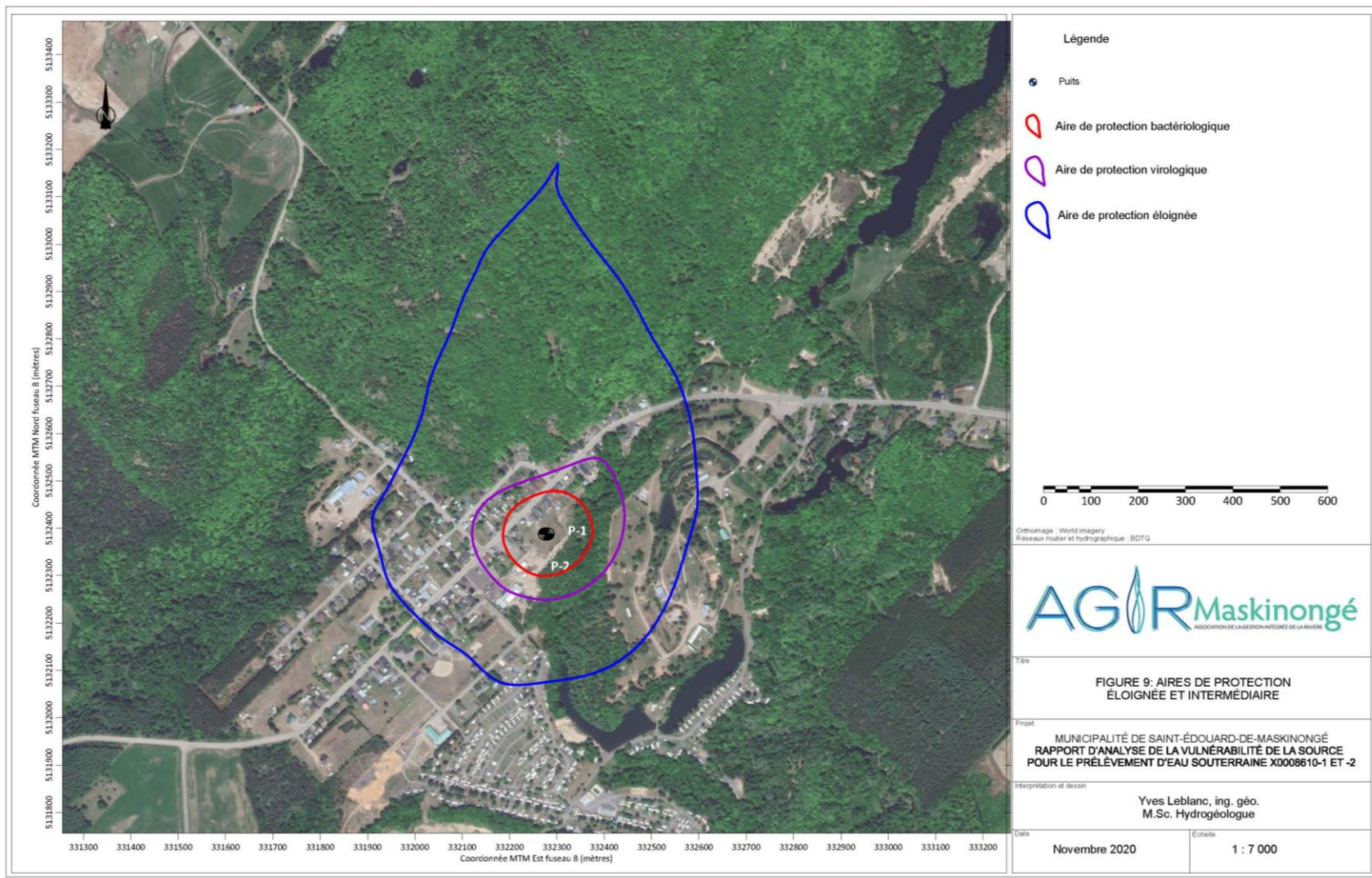


Figure 9

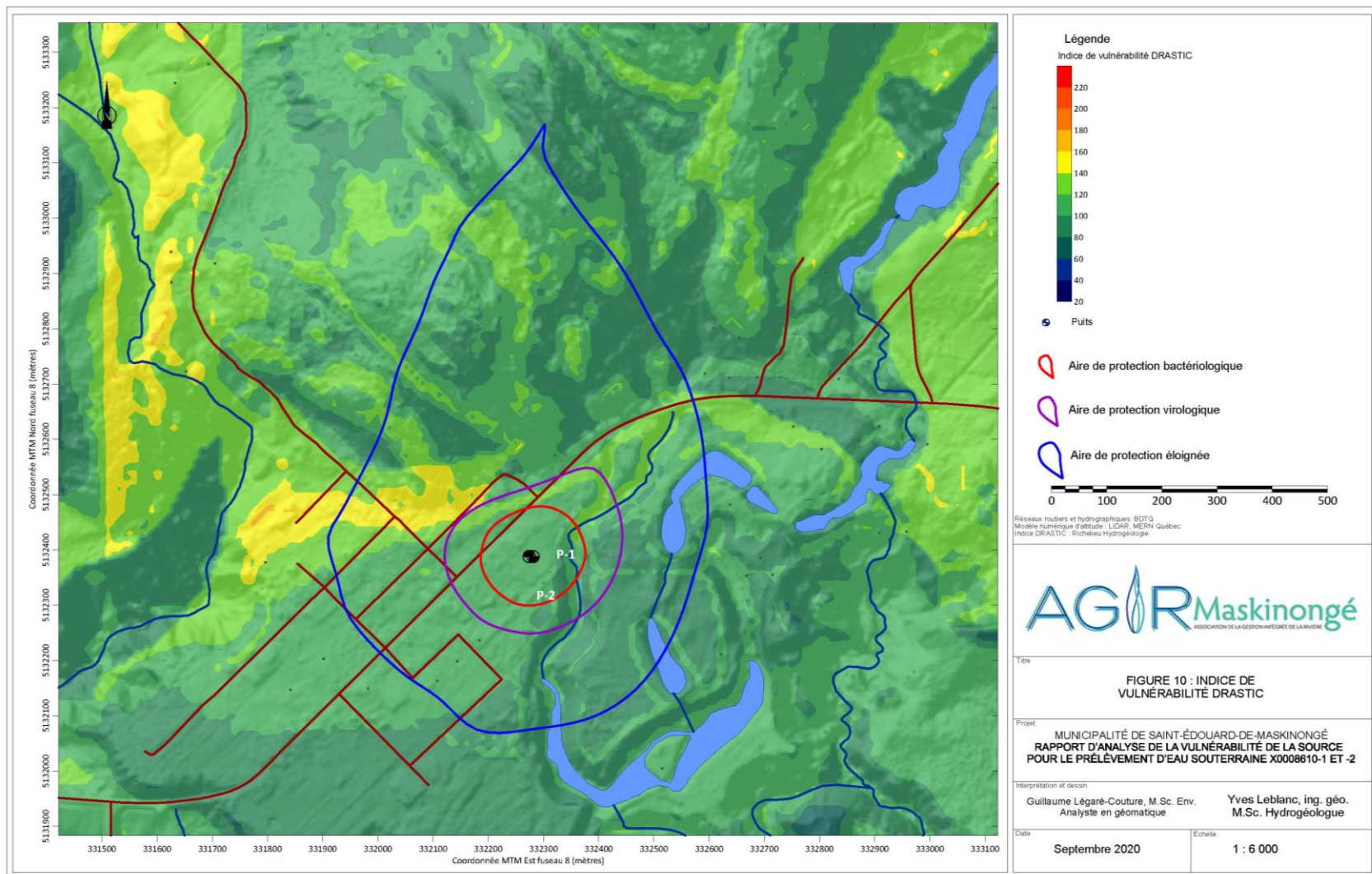


Figure 10

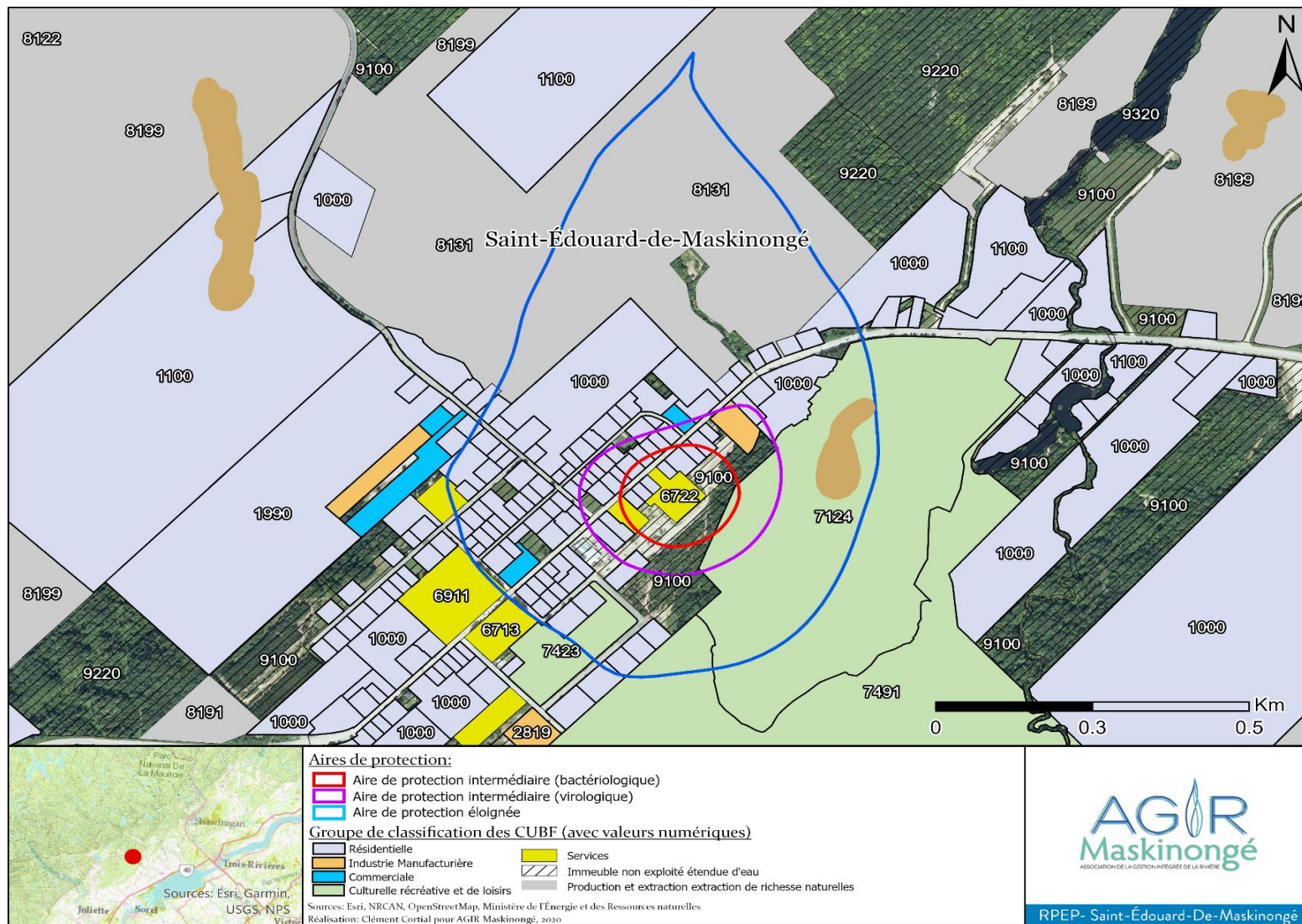
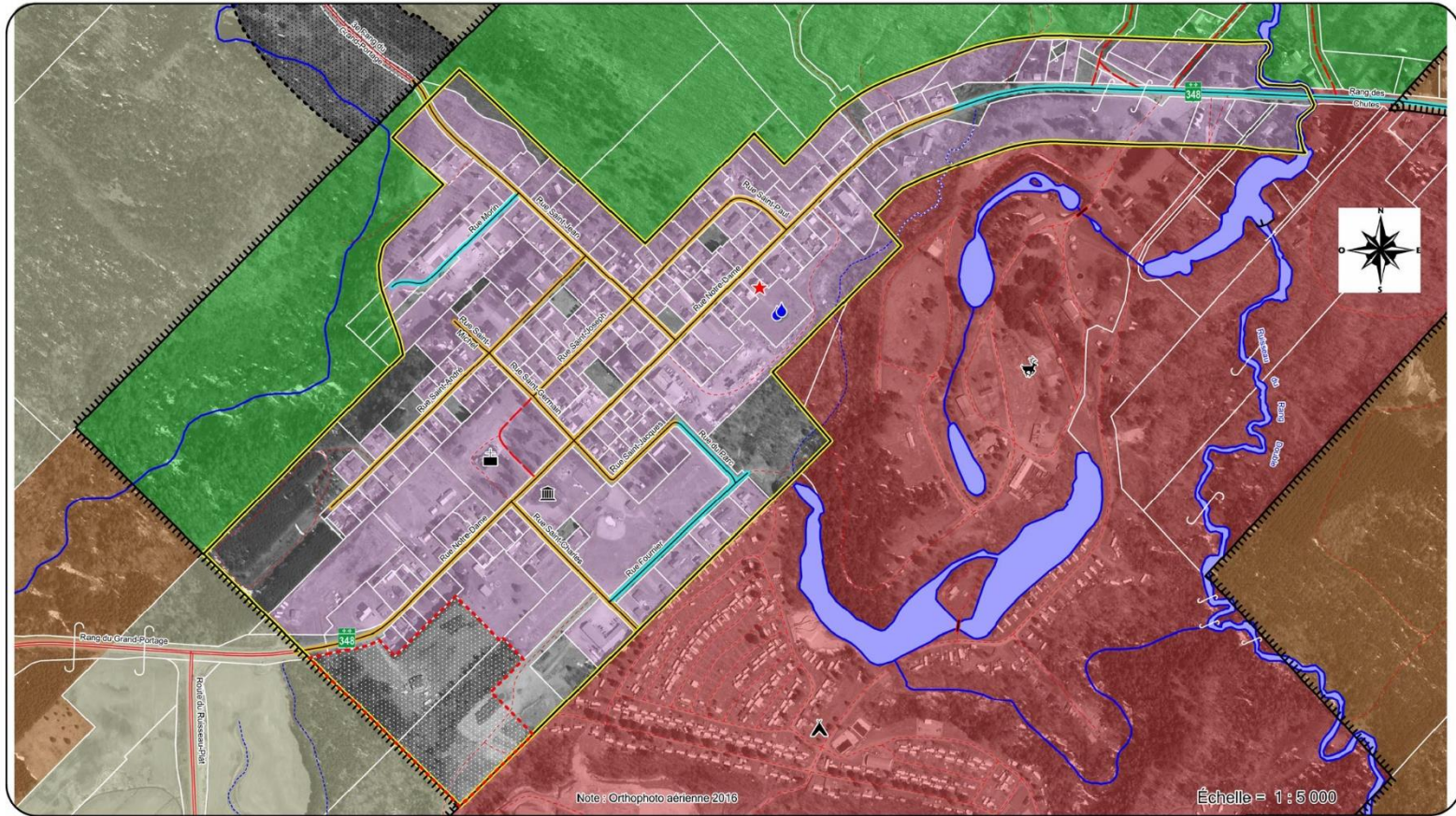


Figure 11




MRC de Maskinongé
 Schéma d'aménagement
 et de développement
 révisé

Légende :

	Zones prioritaires d'aménagement		Église		Hôtel de ville
	Zone d'aménagement en réserve		Service des incendies		Zoo
	Terrains construits dans le P.U. (2008)		Prises d'eau potable municipales		Terrain de camping
	Affectation agro-forestière de type 2		Limites de propriété	Réalisation : Service de l'aménagement du territoire Source : Base numérique M.R.N. 1 : 20 000 © Gouvernement du Québec	
	Affectation récréative		Limites de la zone agricole		
	Affectation forestière		Limites du périmètre urbain		
	Îlot détruit en zone agricole		Rues desservies par l'aqueduc		
			Rues desservies par l'égout		

Plan no. *Périmètre urbain*
 2.4J *Saint-Édouard-*
de-Maskinongé

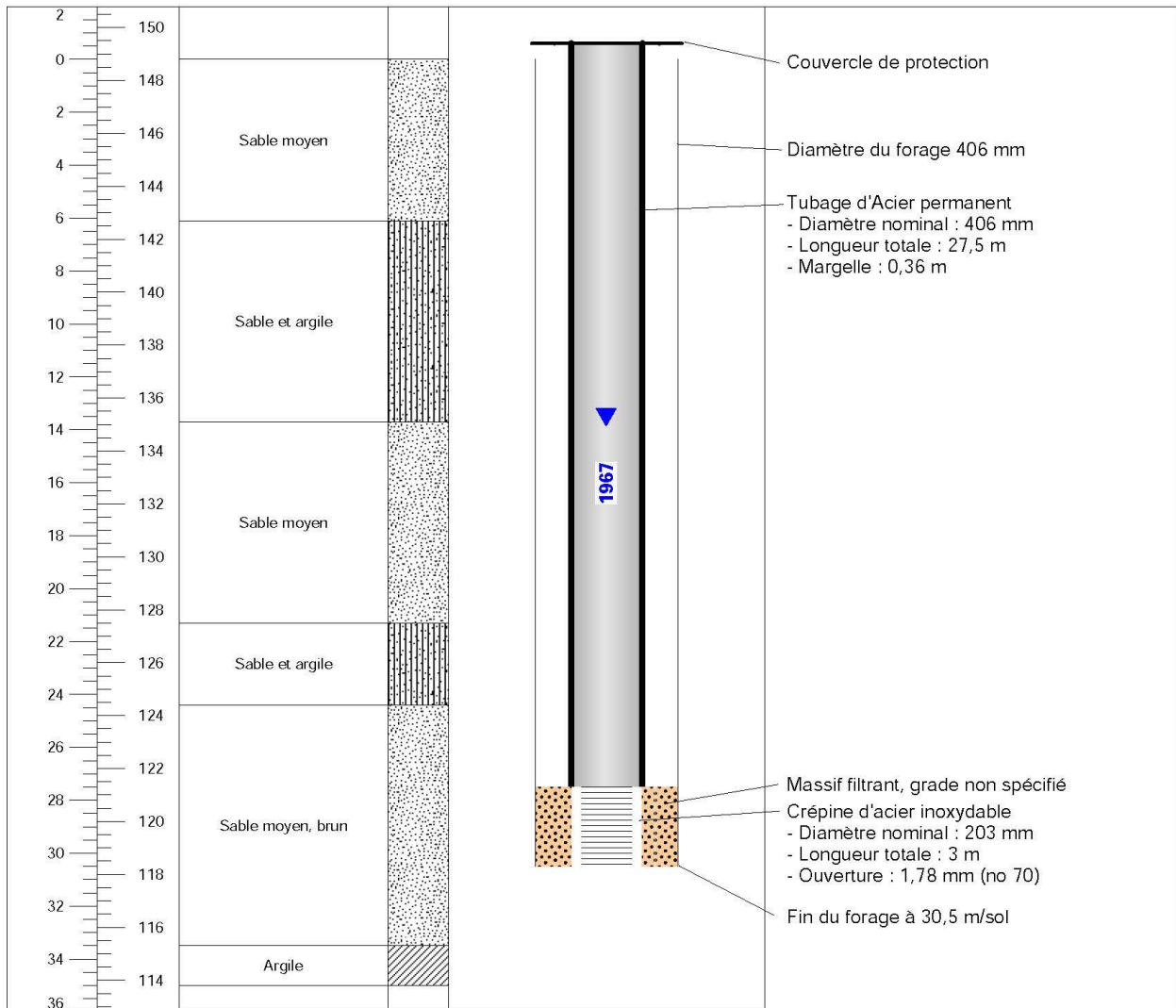
(Juin 2017, r.252-17, a.5)



Figure 12

19	334698	5133050	8	15.2	22.3	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
20	334787	5132500	8	15.2	18.3	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu	Inconnu
21	334871	5134910	8	15.2	61	Acier	14.9	Inconnu	26/10/2018	Inconnu	21.2

ANNEXE 3: SCHÉMAS D'AMÉNAGEMENT DES OUVRAGES DU SECTEUR

		<h1>COUPE GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE</h1>		Coordonnées: X: 332281 m Y: 5132388 m Z: 148,8 m	No: P-1
Profondeur (m)	Élévation (m)	Lithologie/description	Schéma de construction	Description	



Date de réalisation: 1967 Entrepreneur en forage: Méthode de forage: Description: Yves leblanc	Client: Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé Projet: Analyse de vulnérabilité Localisation: Saint-Édouard-de-Maskinongé Vérification: Yves Leblanc	Matériaux  Tout venant  Bentonite  Sable de silice  Ciment
---	--	---



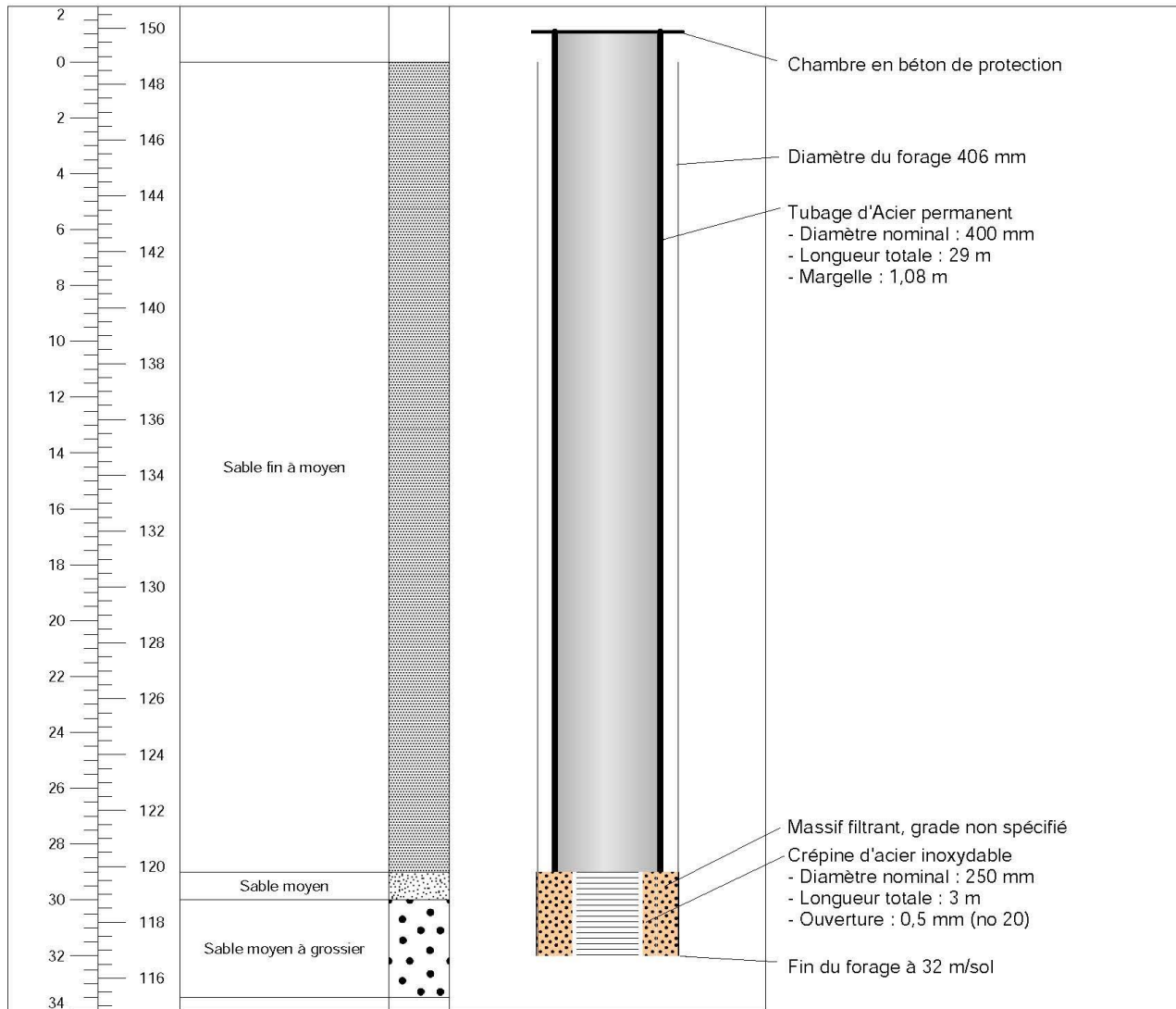
COUPE GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE

Coordonnées:
X: 332274 m
Y: 5132388 m
Z: 148,8 m

No:

P-2

Profondeur (m)	Élévation (m)	Lithologie/description	Schéma de construction	Description
----------------	---------------	------------------------	------------------------	-------------

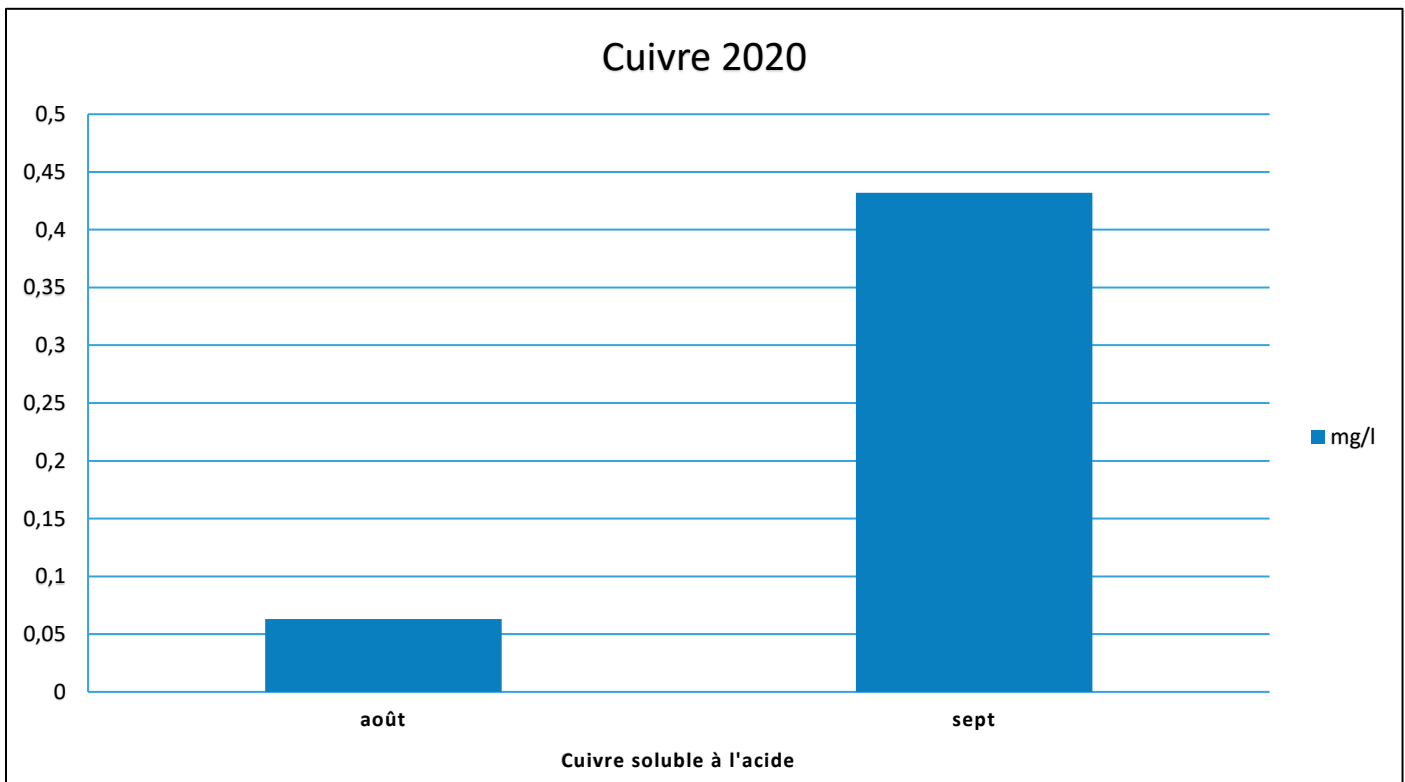
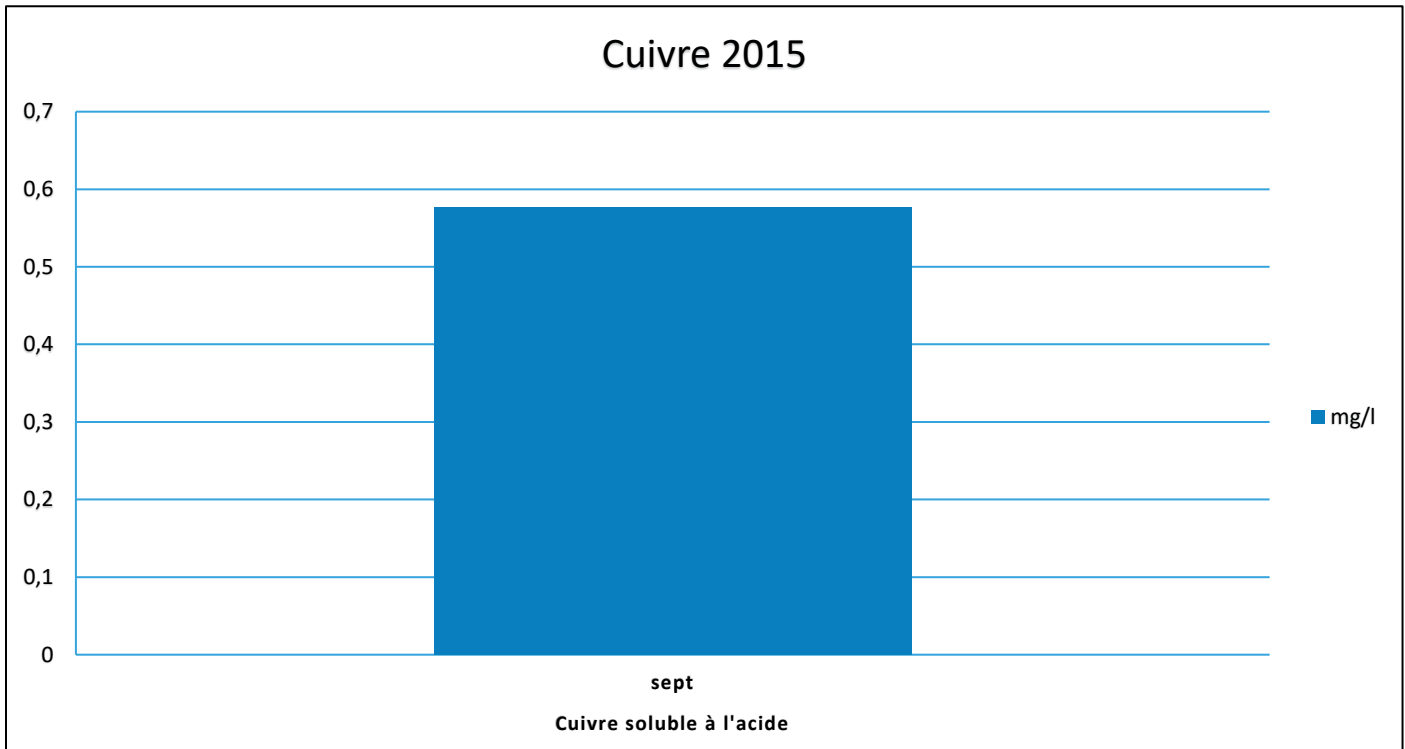


Date de réalisation: 1990
Entrepreneur en forage:
Méthode de forage:
Description: Yves leblanc

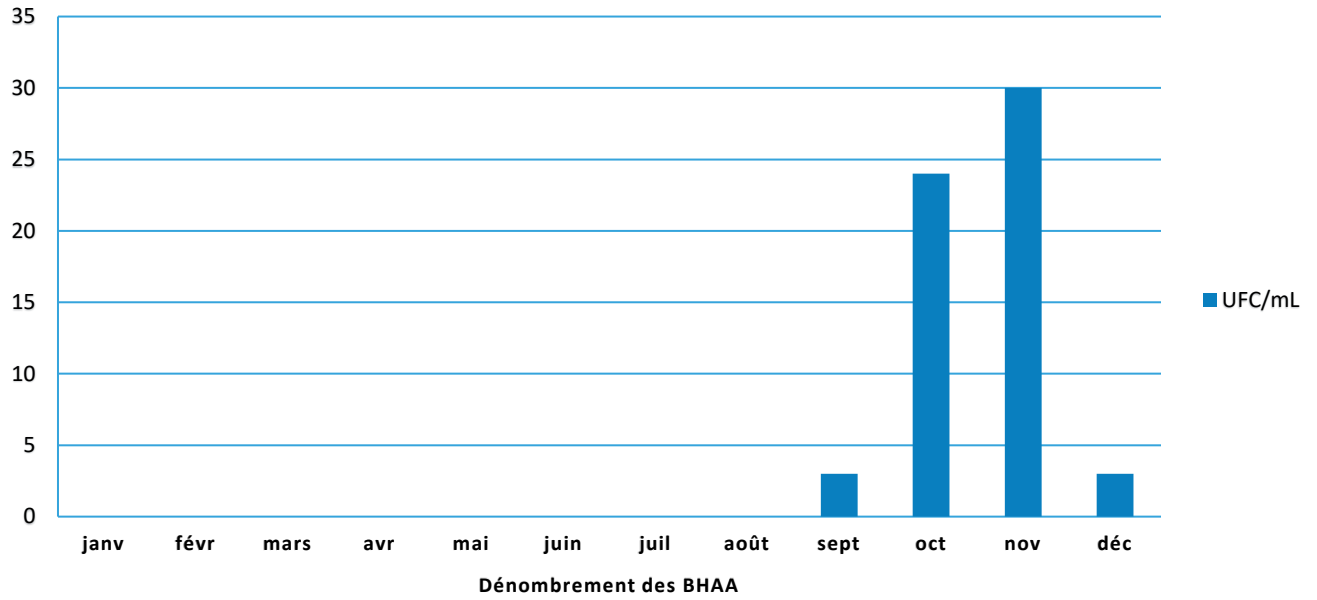
Client: Municipalité de Saint-Édouard-de-Maskinongé
Projet: Analyse de vulnérabilité
Localisation: Saint-Édouard-de-Maskinongé
Vérification: Yves Leblanc

Matériaux

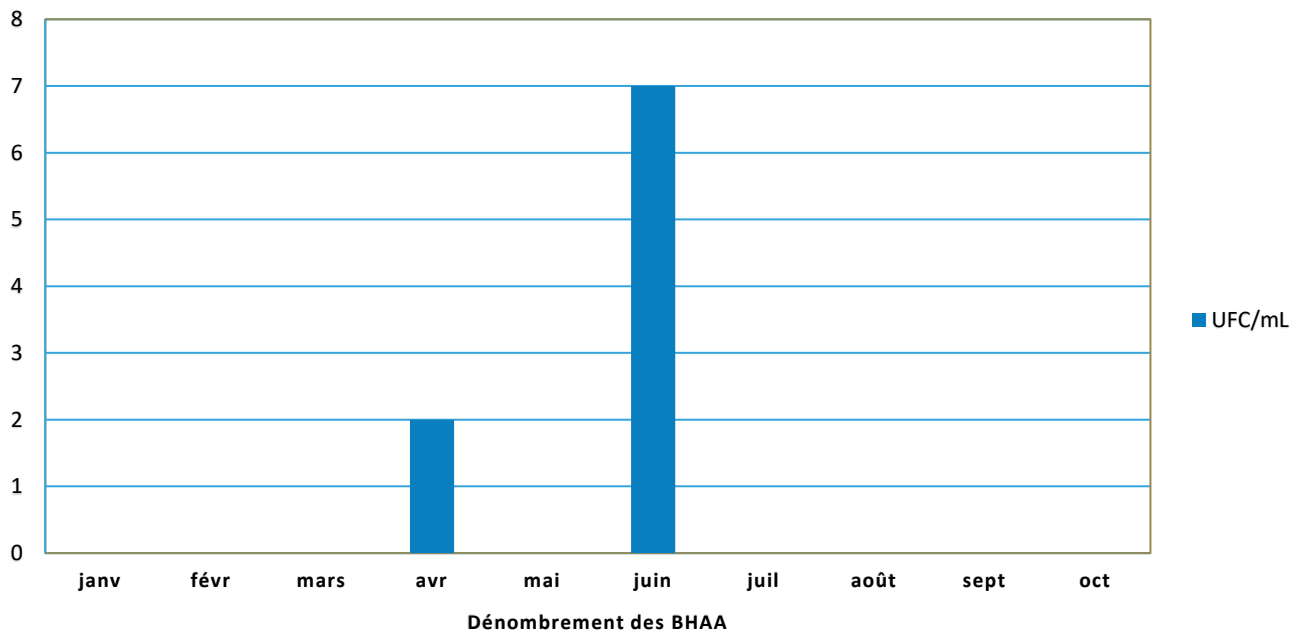
-  Tout venant
-  Bentonite
-  Sable de silice
-  Ciment



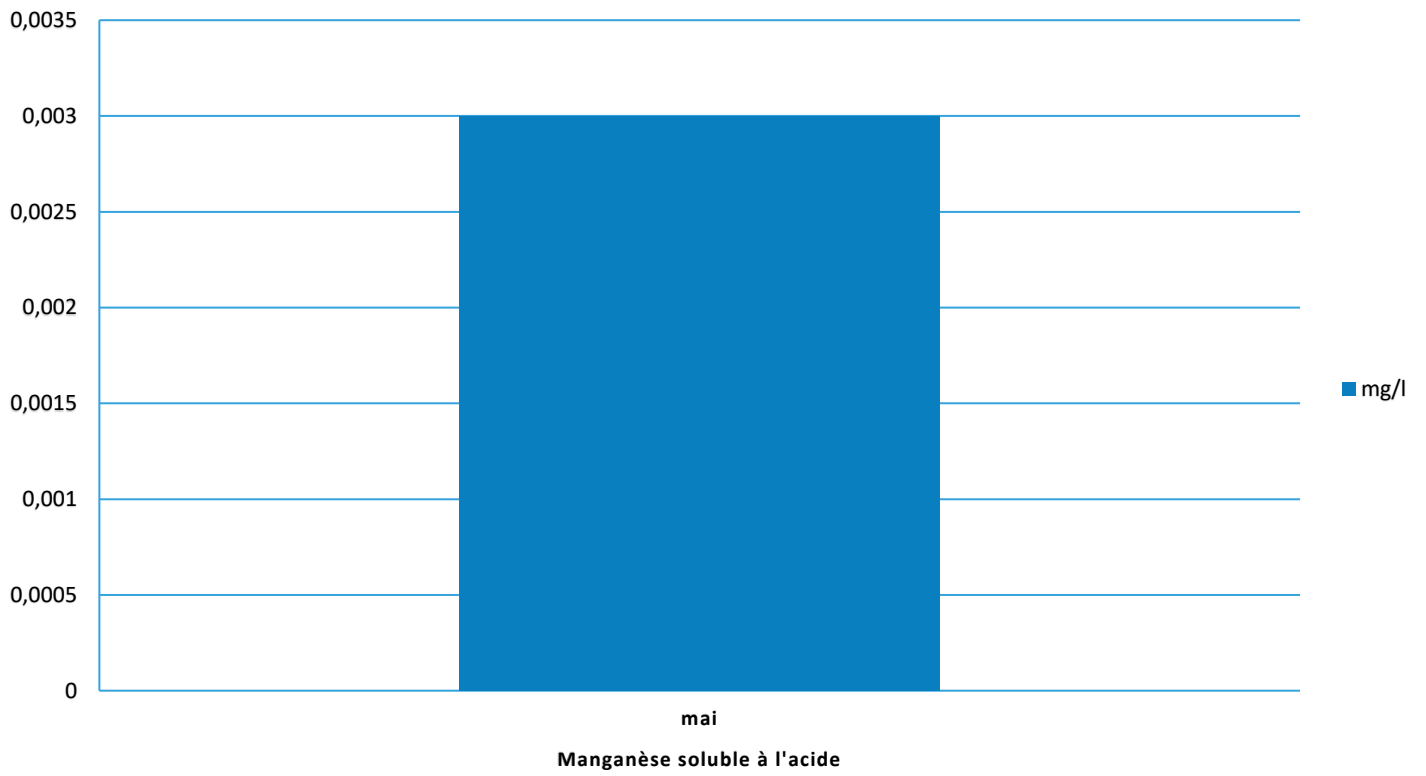
E-Coli 2015



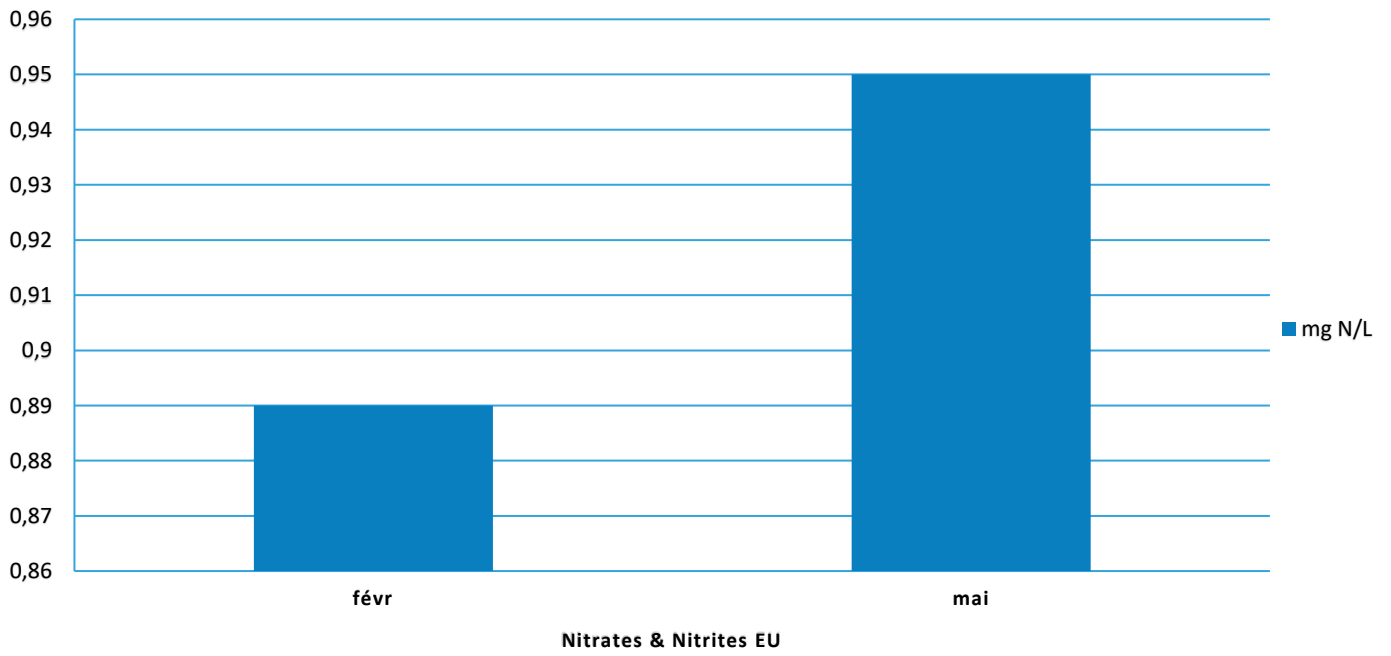
E-Coli 2020



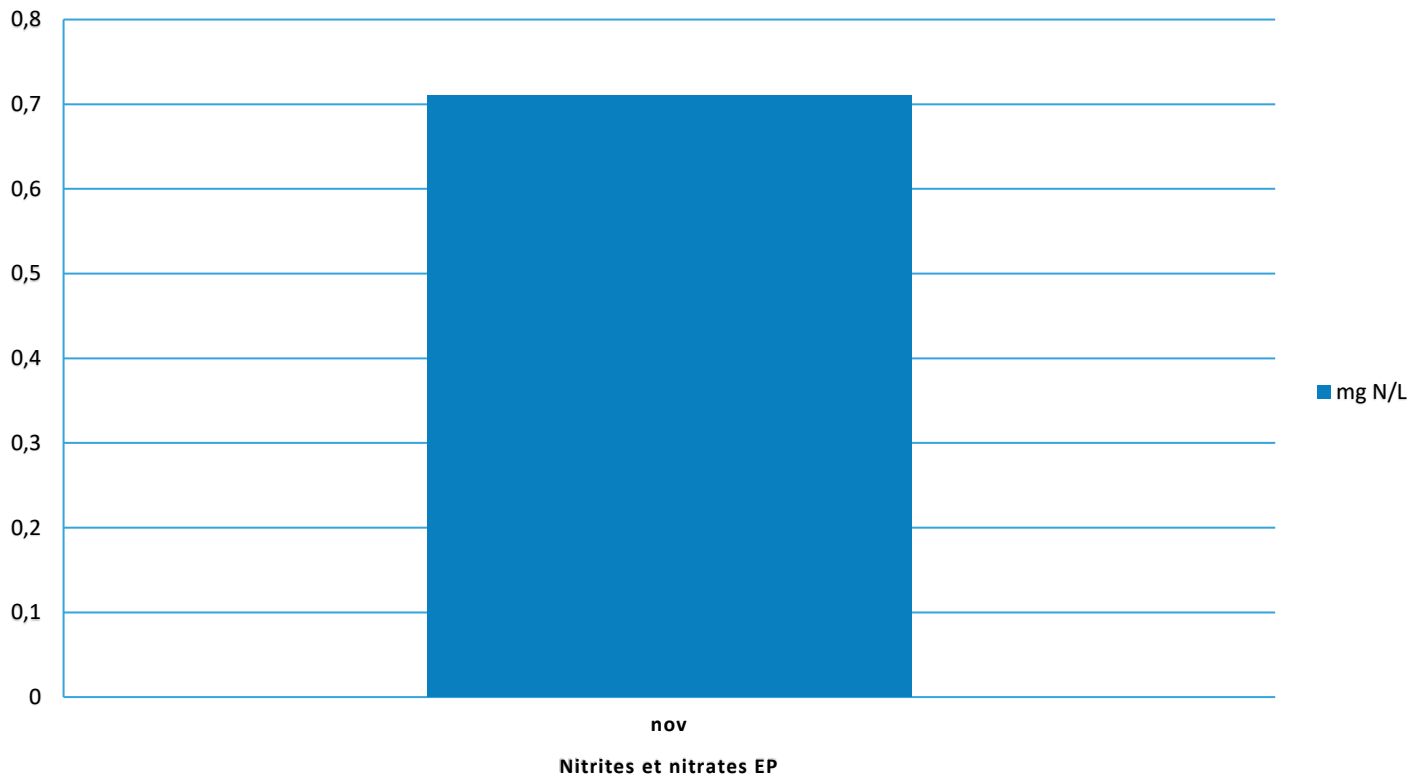
Manganèse 2020



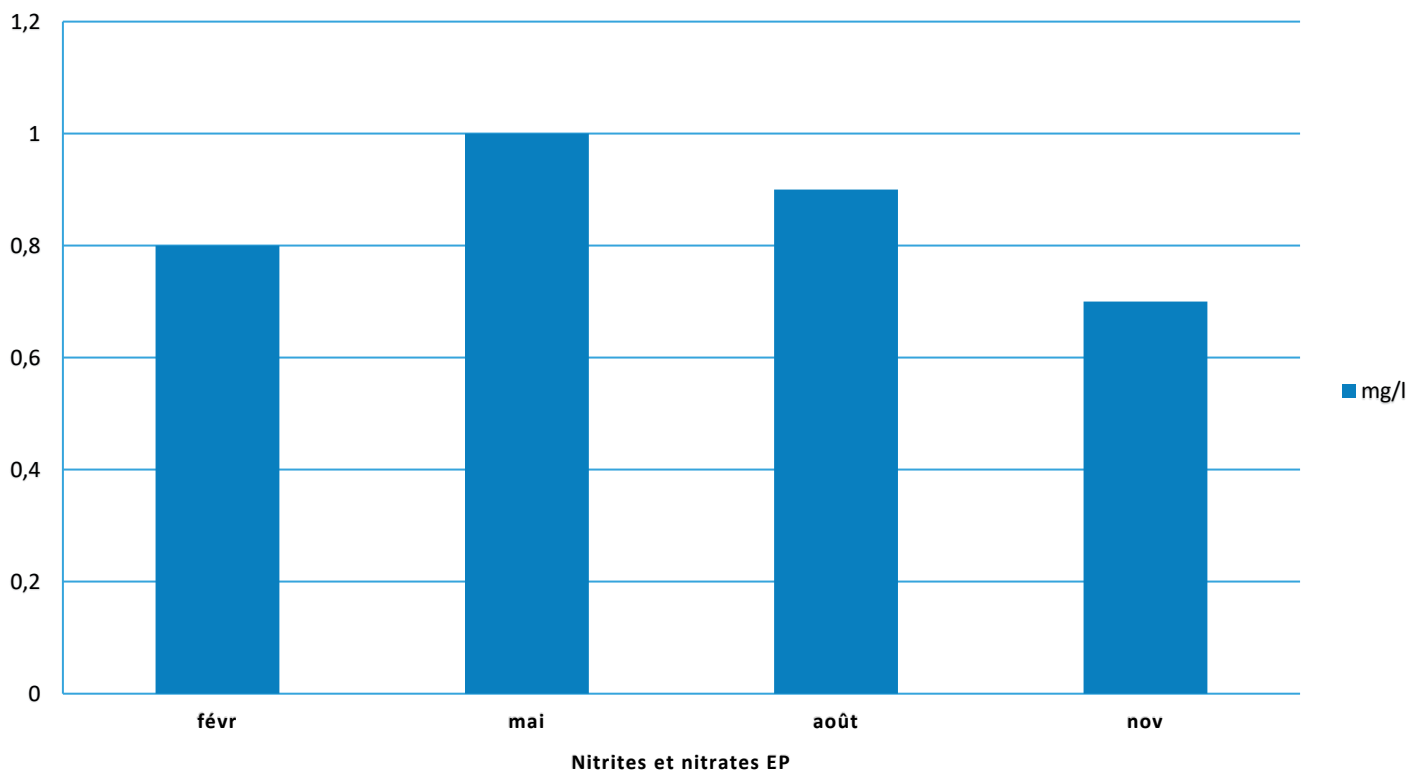
Nitrites et Nitrates 2020



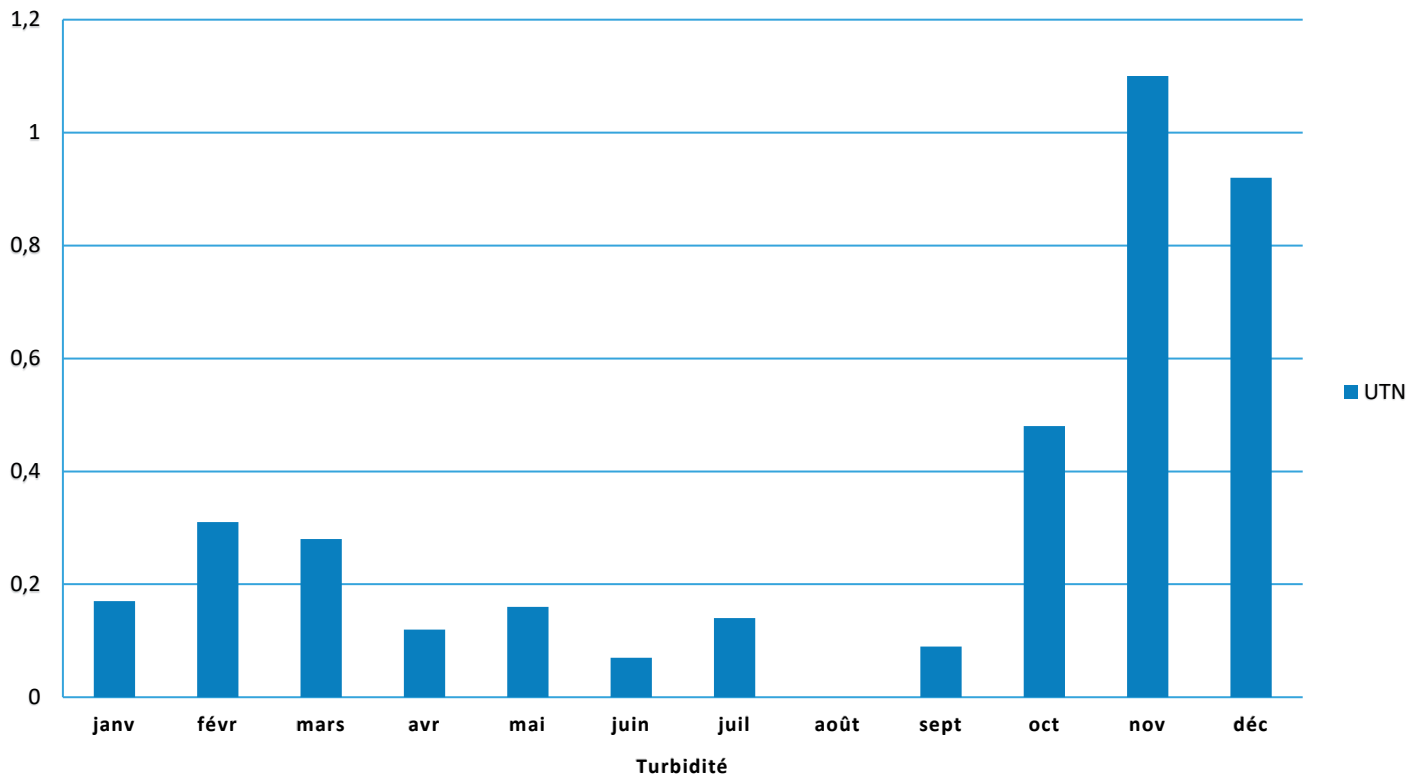
Nitrites et Nitrates 2015



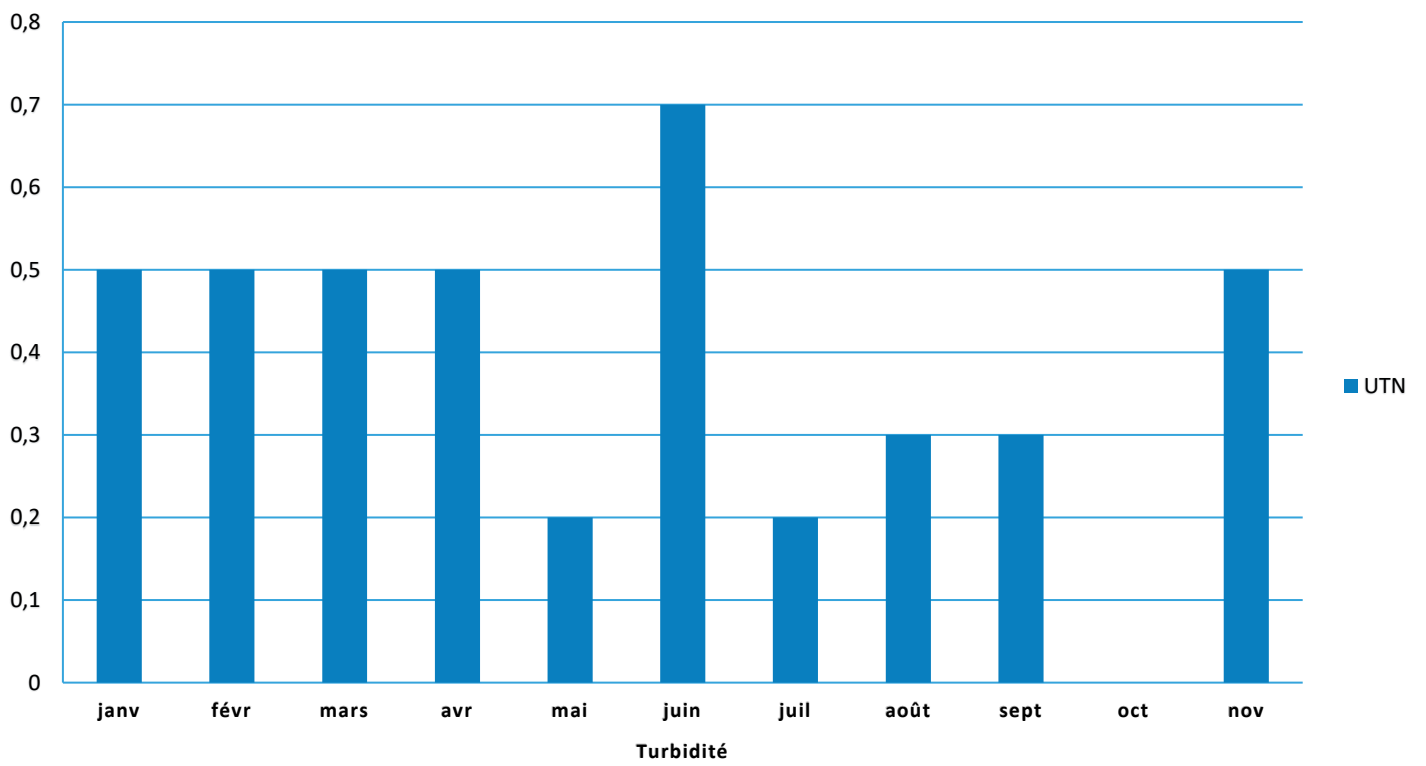
Nitrites et Nitrates 2020



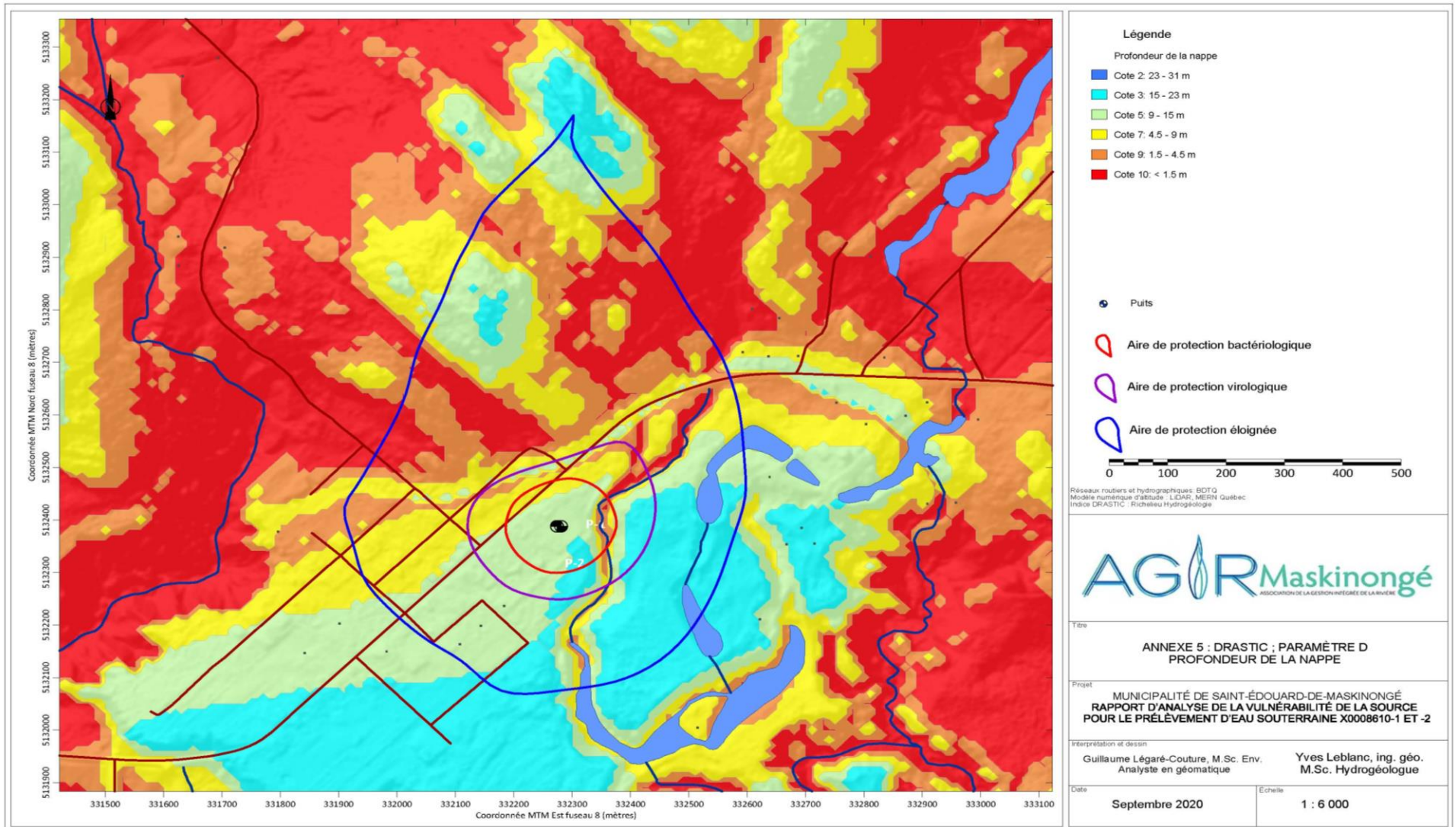
Turbidité 2015



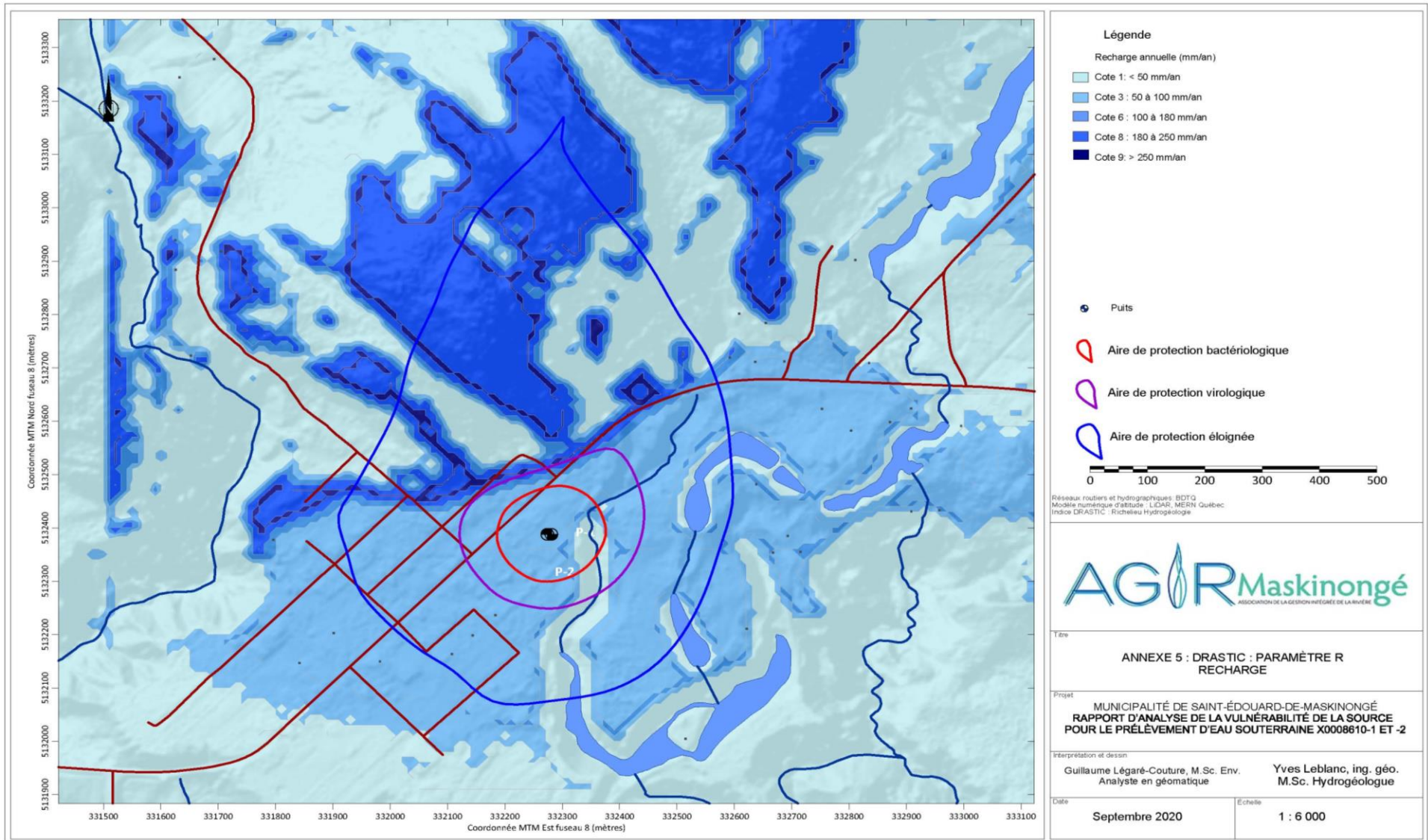
Turbidité 2020



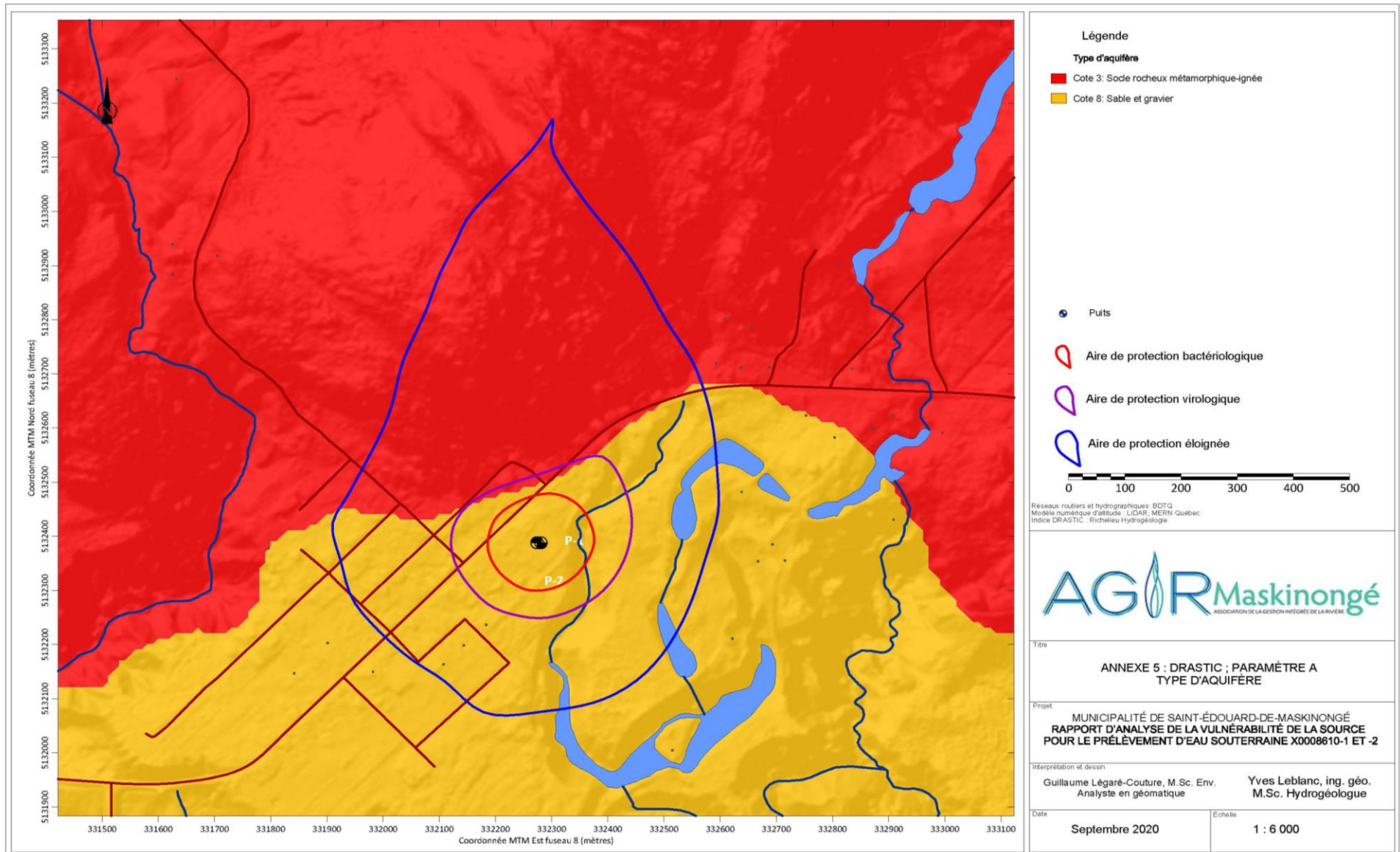
ANNEXE 5: INDICE DRASTIC



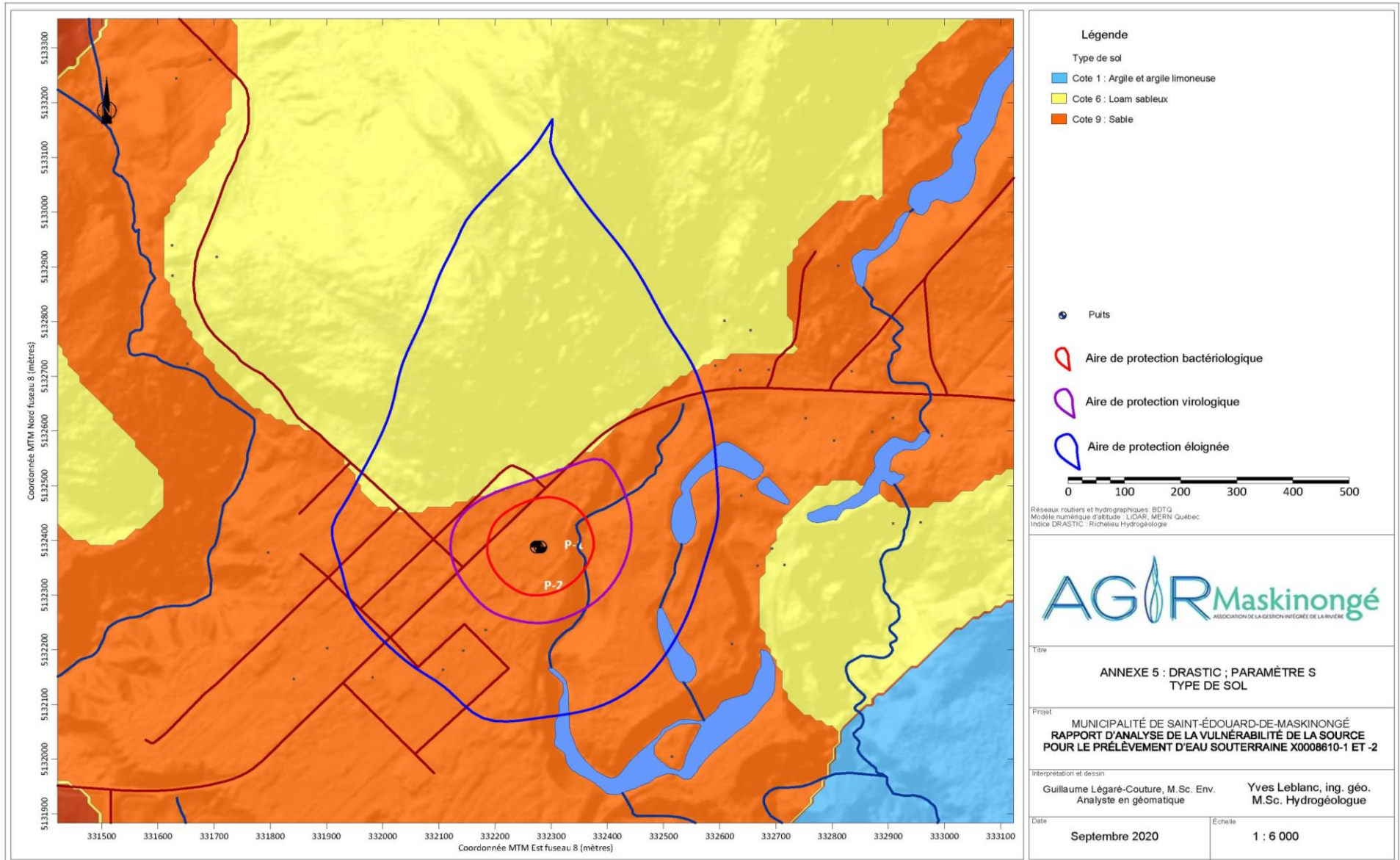
Annexe 5.1



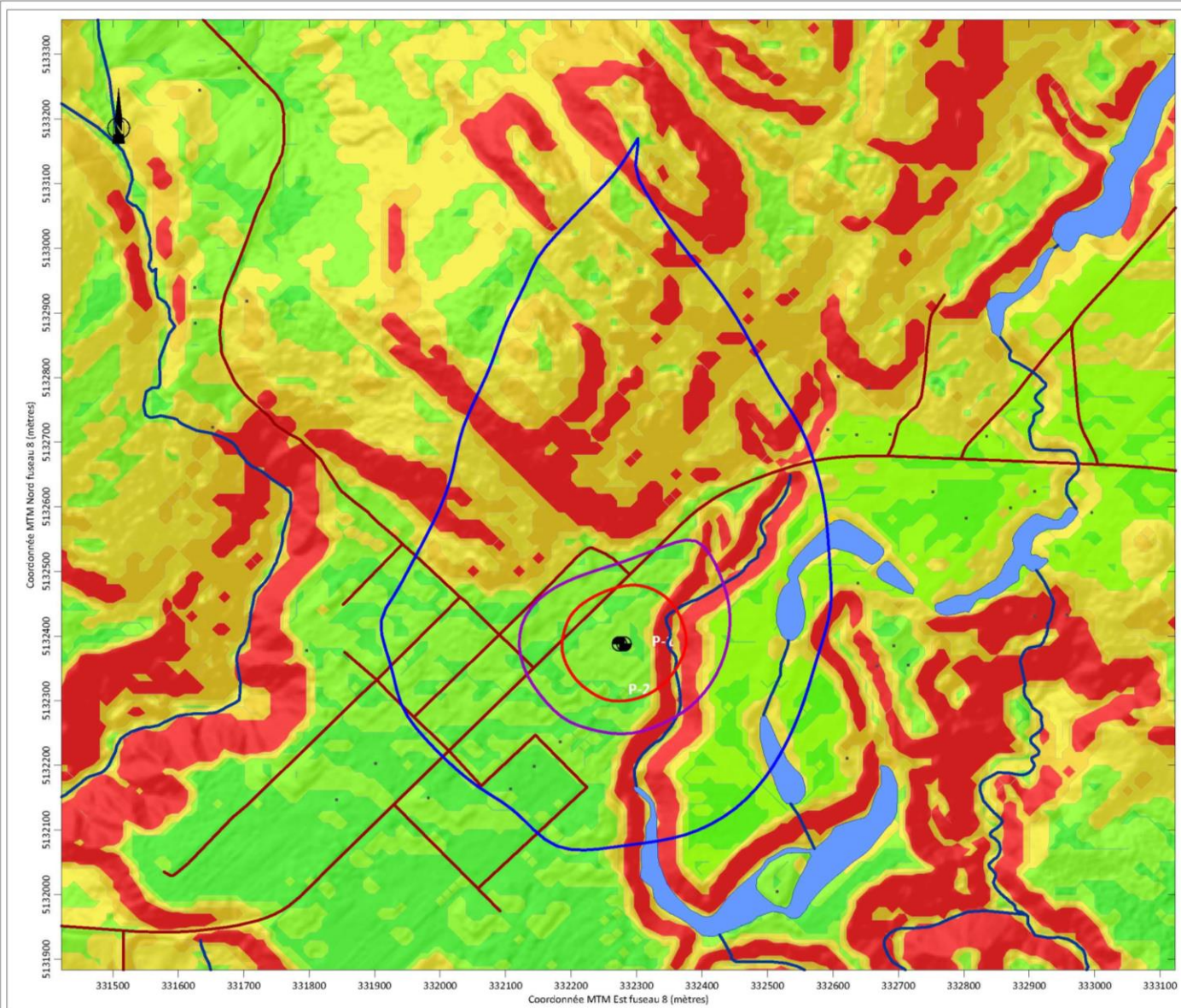
Annexe 5.2



Annexe 5.3



Annexe 5.4



Légende

Pente du terrain

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

- Puits
- Aire de protection bactériologique
- Aire de protection virologique
- Aire de protection éloignée

0 100 200 300 400 500

Réseaux routiers et hydrographiques: BDTC
Modèle numérique d'altitude: LIGAS, MERN Québec
Indices DRASTIC: Richelieu Hydrogéologie



Titre

ANNEXE 5 : DRASTIC ; PARAMÈTRE T
PENTE

Projet

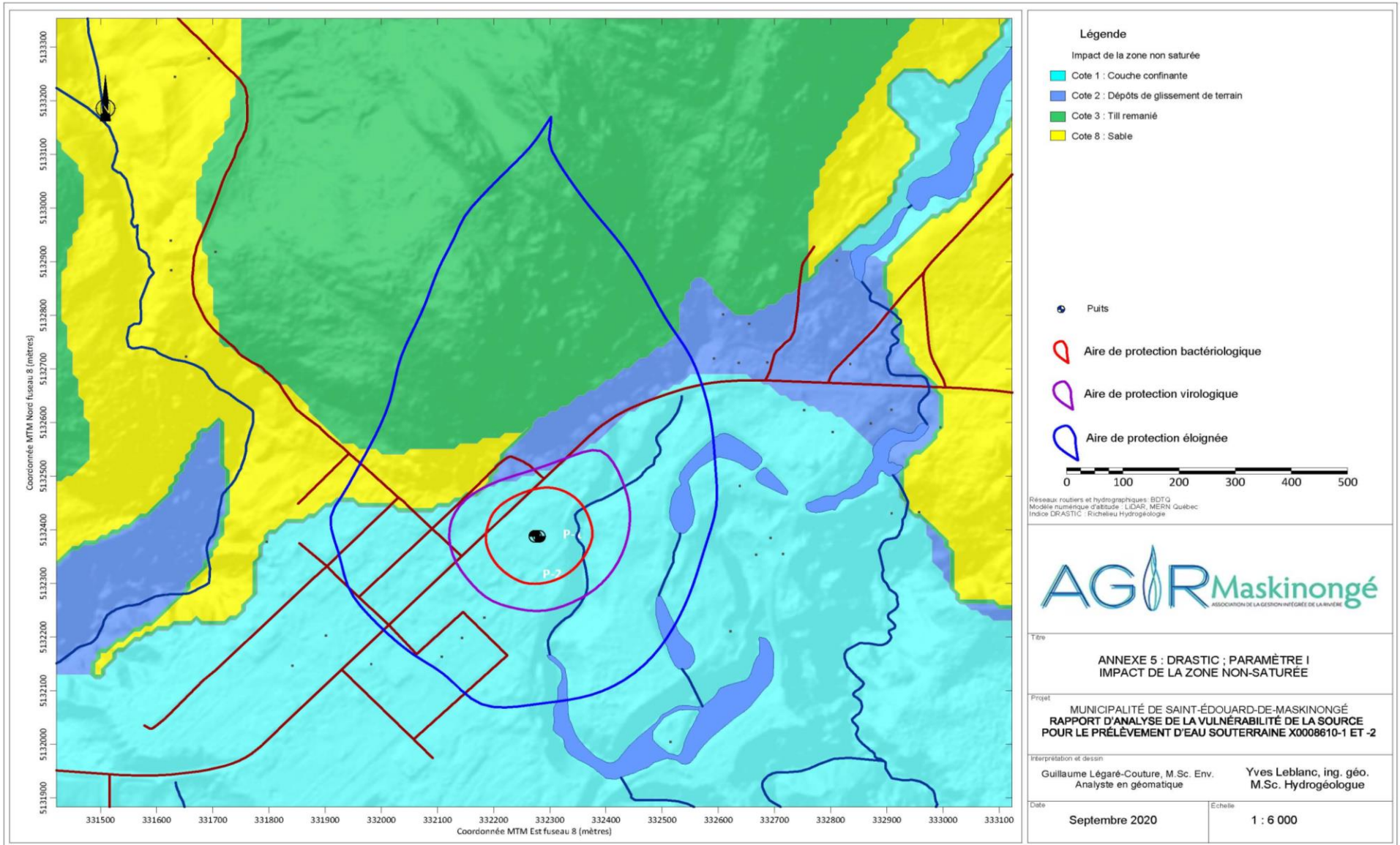
MUNICIPALITÉ DE SAINT-ÉDOUARD-DE-MASKINONGÉ
**RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ DE LA SOURCE
POUR LE PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE X0008610-1 ET -2**

Interprétation et dessin

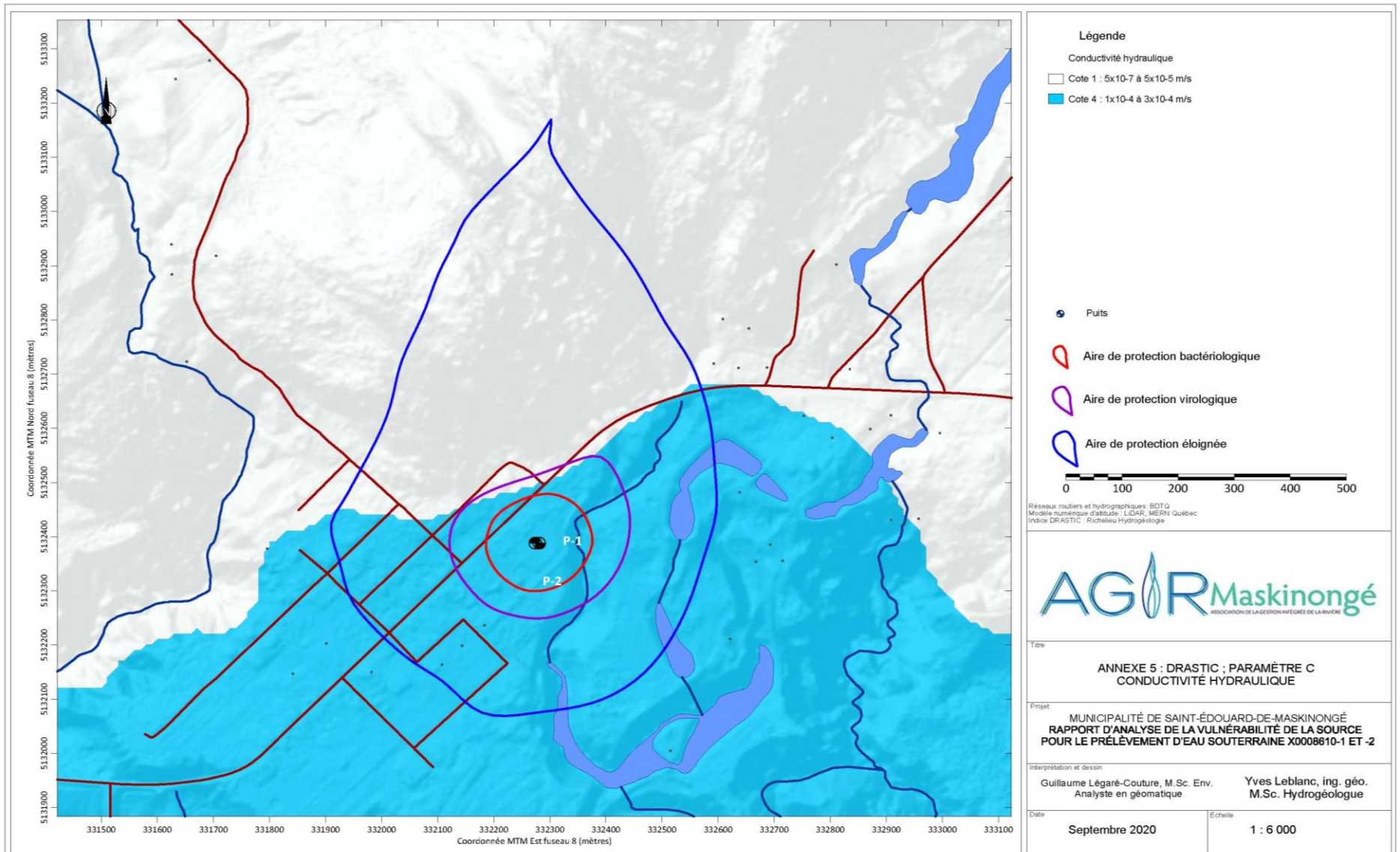
Guillaume Légaré-Couture, M.Sc. Env. Analyste en géomatique	Yves Leblanc, ing. géo. M.Sc. Hydrogéologue
--	--

Date Septembre 2020	Echelle 1 : 6 000
-------------------------------	-----------------------------

Annexe 5.5



Annexe 5.6



Annexe 5.7