OBV RPNS

Organisme de bassins versants
des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon

Version à caractère public du rapport de l'analyse de vulnérabilité de la source pour le prélèvement d'eau souterraine numéro: X0009532-1 de la Municipalité de Grenville-sur-la-Rouge

RÈGLEMENT SUR LE PRÉLÈVEMENT DES EAUX ET LEUR PROTECTION

20 novembre 2020

Organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon
1-645 rue du Moulin, Mont-Tremblant, QC, J8E 2V1 | 819-717-3171 | www.rpns.ca

RÉSUMÉ

Ce document synthétise les sections à caractère public de l'analyse de vulnérabilité de la source pour le prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Grenville-sur-la-Rouge. Selon l'article 68 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP) pour les prélèvements d'eau souterraine, les renseignements consignés dans trois des six sections du rapport ont un caractère public. Les sections de nature publique décrivent : [1] la localisation du site de prélèvement et une description de son aménagement, [2] le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée et [3] les niveaux de vulnérabilité des aires de protection). Deux sections ont été ajoutées afin d'apporter des éléments nécessaires à la compréhension de l'analyse de vulnérabilité du prélèvement d'eau souterraine. La première décrit sommairement ce que prévoit le RPEP et la deuxième permet d'expliquer quelques principes de base en hydrogéologie.

ÉQUIPE DE RÉALISATION DE L'ANALYSE

Rédaction de la version à caractère public du rapport

- Stéphanie Massé (chargée de projets, OBV RPNS)

Réalisation de l'analyse

- Étienne Gauthier-Dufour (chargé de projets, OBV RPNS)

Rédaction du rapport

- Étienne Gauthier-Dufour (chargé de projets, OBV RPNS)

Géomatique et cartographie

- Étienne Gauthier-Dufour (chargé de projets, OBV RPNS)

Révision du rapport (OBV RPNS)

- Catherine Baltazar (Coordonnatrice de projets, OBV RPNS)
- Geneviève Gallerand (Directrice générale, OBV RPNS)

Représentant municipal en charge du projet

- Miriam Richer-McCallum (Inspectrice adjointe en environnement)

Comité municipal (rencontre de présentation et validation des résultats préliminaire, 6 décembre 2019)

- Marc Beaulieu (Directeur général)
- Rémy Tillard (Inspecteur municipal)
- Miriam Richer-McCallum (Inspectrice adjointe en environnement)
- Claude Carrière (Col bleu, préposé à l'aqueduc)
- Denis Fillion (Conseiller)

Révision et signature professionnelle par TechnoRem

- Caroline Scalzo (Ingénieure en hydrogéologie chez TechnoRem inc.)
- Luc Champagne (Spécialiste en hydrogéologie)

TABLE DES MATIÈRES

Résumé i
Équipe de réalisation de l'analyse ii
Table des matières iii
Liste des tableaux iii
Liste des figures iv
Quelques définitions liées aux eaux souterraines v
Autre définition vii
Liste des principaux acronymes viii
1. Règlementation en vigueur concernant la protection des sources d'eau potable : au Québec les normes sont dictées par le règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection 1
2. Introduction et principes de base en hydrogéologie 2
2.1. le cycle de l'eau et les eaux souterraines 2
2.2. Les sources de contamination des eaux souterraines 4
3. Caractérisation des sites de prélèvement d'eau 6
3.1. Description du site de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable 6
3.2. Plan de localisation des aires de protection des eaux exploitées 19
3.3. Niveaux de vulnérabilité des aires de protection 27
4. Vers un premier plan de protection et conservation 33
Références 34
Références cartographiques 36

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Localisation des prélèvements PP-1976 et PP-2012 (Richard & Benhouhou, 2013) 18
Tableau 2 : Niveaux de vulnérabilité et indices DRASTIC des aires de protection 30

LISTE DES FIGURES

Figure 1: La stratégie des barrières multiples permet une protection de la source au robinet. Figure modifiée à partir de celle de Decelles et al. (2019). 1

Figure 2: Cycle de l'eau souterraine (MELCC, 2001) 3

Figure 3 : Différence entre une nappe, un aquifère et un aquitard (Ferlatte et al., 2014) 4

Figure 4 : Activités humaines pouvant affecter les sources d'eau (Pollution Probe, 2004) 5

Figure 5 : Emplacement des prélèvements municipaux – Échelle régionale 7

Figure 6 : Emplacement des prélèvements municipaux – Échelle locale 8

Figure 7 : Bassin versant (Ferlatte et al., 2014) 9

Figure 8 : Le bassin versant du ruisseau du lac Mackay est un sous bassin versant de la rivière Calumet. Le bassin versant de la rivière Calumet est un sous bassin versant de la rivière des Outaouais, etc. 10

Figure 9 : Hydrographie et relief – Échelle régionale 11

Figure 10 : Représentation schématique simplifiée montrant la reconstitution de la coupe géologique et technique des puits municipaux PP-1976 et PP-2012. Figure reproduite et simplifiée à partir de celle de Benhouhou & Richard (2017). 12

Figure 11 : Contexte hydrogéologique et conditions de confinement. Figure tirée de Benhouhou & Richard (2017) 14

Figure 12 : Contexte anthropique - Échelle locale 16

Figure 13 : Bloc diagramme 3D - notion d'aire de protection selon la réglementation du RPEP (MELCC, 2019) 20

Figure 14 : Terres et zonage agricole- Échelle locale 24

Figure 15 : Délimitation des aires de protection des prélèvements municipaux 25

Figure 16 : Délimitation rapprochée des aires de protection des prélèvements municipaux 26

Figure 17 : Illustration conceptuelle des sept (7) paramètres utilisés selon l'approche DRASTIC 27

Figure 18 : Répartition des valeurs d'indice DRASTIC – Échelle régionale 31

Figure 19 : Répartition des valeurs d'indice DRASTIC – Échelle locale 32

QUELQUES DEFINITIONS LIEES AUX EAUX SOUTERRAINES

Les définitions ci-dessous proviennent de Ferlatte et al. (2014) et sont disponibles sur le site du réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES) via le lien internet suivant : https://rqes.ca/glossaire/

Aquifère : Unité géologique perméable comportant une zone saturée qui conduit suffisamment d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe et le captage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source. C'est le contenant.

Aquifère confiné : Aquifère isolé de l'atmosphère par un aquitard. Il contient une nappe captive. Il n'est pas directement rechargé par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégé des contaminants provenant directement de la surface.

Aquifère de roc fracturé : Aquifère constitué de roche et rendu perméable par les fractures qui le traversent. Le pompage de débits importants est parfois difficile.

Aquifère granulaire : Aquifère constitué de dépôts meubles. Généralement, plus les particules sont grossières (ex. : sable et gravier), plus les pores sont gros, plus ils sont interconnectés et plus l'aquifère granulaire est perméable. Le pompage de débits importants est souvent possible.

Aquifère non confiné : Aquifère près de la surface des terrains, en contact avec l'atmosphère (pas isolé par un aquitard). Il contient une nappe libre. Il peut être directement rechargé par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Aquifère semi-confiné : Cas intermédiaire entre l'aquifère confiné et l'aquifère non confiné, il est partiellement isolé de l'atmosphère par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Il contient une nappe semi-captive. Il est modérément rechargé et protégé.

Aquitard : Unité géologique très peu perméable, c'est-à-dire de très faible conductivité hydraulique, dans laquelle l'eau souterraine s'écoule difficilement. Généralement, plus les particules d'un dépôt meuble sont fines (ex. : argile et silt), plus les pores sont petits, moins l'eau est accessible et moins le dépôt meuble est perméable. L'aquitard agit comme barrière naturelle à l'écoulement et protège ainsi l'aquifère sous-jacent des contaminants venant de la surface.

Argile : Sédiment à grain très fin, de taille inférieure à 0,002 mm; les pores sont également très petits, rendant les dépôts meubles argileux très peu perméables.

Bassin versant : Portion du territoire à l'intérieur de laquelle l'eau qui s'écoule en surface se dirige vers le même exutoire. Synonyme : Bassin hydrographique.

Charge hydraulique : Hauteur atteinte par l'eau souterraine dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. L'eau souterraine s'écoule d'un point où la charge hydraulique est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse. Voir Niveau piézométrique.

Conductivité hydraulique : Aptitude d'un milieu poreux à se laisser traverser par l'eau sous l'effet d'un gradient de charge hydraulique. Plus les pores sont interconnectés, plus le milieu géologique est perméable et plus l'eau peut pénétrer et circuler facilement.

Débit de base : Part du débit d'un cours d'eau qui provient essentiellement de l'apport des eaux souterraines en période d'étiage.

Dépôt meuble : Matériau non consolidé qui provient de l'érosion du socle rocheux et qui le recouvre (ex. : sable, silt, argile, etc.). Synonymes : Mort terrain, Dépôt quaternaire, Dépôt non consolidé, Formation superficielle, Sédiment.

DRASTIC : Système de cotation numérique utilisé pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. Les sept facteurs considérés sont : la profondeur du toit de la nappe, la recharge, la nature de l'aquifère, le type de sol, la pente du terrain, l'impact de la zone vadose et la conductivité hydraulique de l'aquifère. L'indice DRASTIC peut varier entre 23 et 226; plus l'indice est élevé, plus l'aquifère est vulnérable à la contamination.

Eau souterraine : Toute eau présente dans le sous-sol et qui remplit les pores des unités géologiques (à l'exception de l'eau de constitution, c'est-à-dire entrant dans la composition chimique des minéraux).

Fracture : Terme général désignant toute cassure, souvent d'origine tectonique, de terrains, de roches, voire de minéraux, avec ou sans déplacement relatif des parois. Ces ouvertures peuvent être occupées par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Gradient hydraulique : Différence de charge hydraulique entre deux points, divisée par la distance entre ces deux points. L'eau souterraine s'écoule d'un point où la charge hydraulique est la plus élevée vers un point où elle est la plus basse.

Gravier : Sédiment à grain grossier, d'un diamètre compris entre 2 et 75 mm.

Nappe (ou nappe phréatique) : Ensemble des eaux souterraines comprises dans la zone saturée d'un aquifère et accessibles par des puits. C'est le contenu de l'aquifère.

Nappe captive : Nappe d'eau souterraine limitée au-dessus par une unité géologique imperméable. Elle est soumise à une pression supérieure à la pression atmosphérique, ce qui fait que lorsqu'un forage perce cette couche, le niveau de l'eau monte dans le tubage, et parfois dépasse le niveau du sol (puits artésien jaillissant). Elle n'est pas directement rechargée par l'infiltration verticale et se retrouve ainsi protégée des contaminants provenant directement de la surface.

Nappe libre : Nappe d'eau souterraine située la plus près de la surface des terrains, qui n'est pas couverte par une unité géologique imperméable. Elle est en contact avec l'atmosphère à travers la zone non saturée des terrains. Elle peut être directement rechargée par l'infiltration verticale et est généralement plus vulnérable à la contamination.

Nappe semi-captive : Cas intermédiaire entre la nappe libre et la nappe captive, elle est partiellement limitée au-dessus par une unité géologique peu perméable, discontinue ou de faible épaisseur. Elle est modérément rechargée et protégée.

Pore : Interstice dans une unité géologique qui n'est occupé par aucune matière minérale solide. Cet espace vide peut être occupé par de l'air, de l'eau, ou d'autres matières gazeuses ou liquides.

Porosité : Rapport, exprimé en pourcentage, du volume des pores d'un matériau sur son volume total. Plus la porosité est élevée, plus il y a d'espace disponible pour emmagasiner de l'eau.

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

Recharge : Renouvellement en eau de la nappe, par infiltration de l'eau des précipitations dans le sol et percolation jusqu'à la zone saturée.

Sable : Sédiment à grain d'un diamètre compris entre 0,05 et 2 mm.

Till : Dépôt glaciaire mis en place par un glacier, composé de sédiments de toutes tailles dans n'importe quelle proportion, généralement dans une matrice de sédiments fins.

Toit de la nappe : Limite supérieure de la nappe. Dans le cas d'une nappe libre, elle correspond à la surface supérieure de la zone saturée (aussi appelée surface libre) et peut donc fluctuer. Dans le cas d'une nappe captive, elle correspond à la base de l'aquitard situé au-dessus de la nappe et ne peut donc pas fluctuer.

Zone non saturée (ou zone vadose) : Zone comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique contiennent de l'air et ne sont pas entièrement remplis d'eau.

Zone saturée : Zone située sous le toit de la nappe dans laquelle les pores de l'unité géologique sont entièrement remplis d'eau.

AUTRE DEFINITION

Définition tirée du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, r.40, art. 1)

Système d'aqueduc ou de distribution : Une canalisation, un ensemble de canalisation ou toute installation ou tout équipement servant à capter, stocker ou 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. Est cependant exclue, dans le cas d'un bâtiment raccordé à un système d'aqueduc, toute canalisation équipant ce bâtiment et qui est située à l'intérieur de la limite de propriété.

LISTE DES PRINCIPAUX ACRONYMES

BDPPAD : Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées

CPTAQ : Commission de protection du territoire agricole

EPA : United States Environmental Protection Agency

FADQ : Financière agricole du Québec

LiDAR : Acronyme anglais de *Light Detection And Ranging*, détection et télémétrie par ondes lumineuses

MRC : Municipalité régionale de comté

MELCC : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques

OBV : Organisme de bassin versant

PACES : Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines

RCES : Règlement sur le captage des eaux souterraines

RPEP : Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection

RQEP : Règlement sur la qualité de l'eau potable

1. Règlementation en vigueur concernant la protection des sources d'eau potable : au Québec les normes sont dictées par le règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection

Trois grandes étapes permettent d'accéder à une eau potable salubre, sûre et fiable (Figure 1). La première étape consiste à protéger la source d'eau potable, que ce soit de l'eau de surface ou souterraine. La deuxième étape a pour but d'assurer l'efficacité et la qualité du système de traitement de l'eau et la dernière étape vise à empêcher la détérioration de la qualité de l'eau du système de distribution de l'eau. Ce dernier peut être constitué d'un ou de plusieurs réservoirs d'eau potable ainsi que d'un système aqueduc. Ces trois étapes permettent une protection de l'eau de la source au robinet, c'est ce qu'on appelle la stratégie des barrières multiples. Le gouvernement du Québec applique cette stratégie qui vise à réduire les risques de contamination ou de défaillance à chacune de ces étapes. Le principe est que, si l'une des barrières fait défaut, les autres sauront assurer une eau potable de qualité.

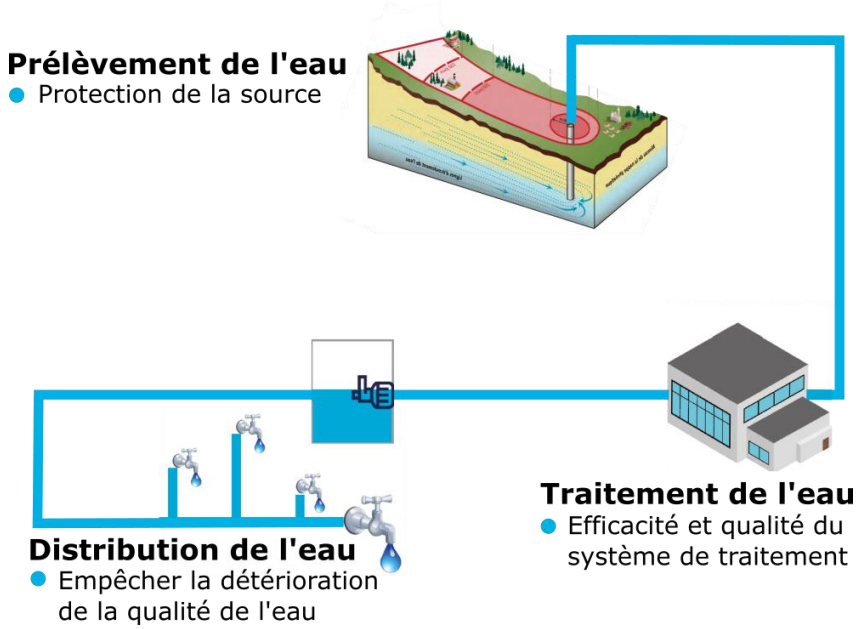

Figure 1: La stratégie des barrières multiples permet une protection de la source au robinet. Figure modifiée à partir de celle de Decelles *et al.* (2019).

Protéger une source d'eau potable signifie encadrer les activités qui risquent d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées. C'est ce que prévoit le Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP), notamment en encadrant les activités anthropiques qui relâchent ou qui sont à risque de relâcher des contaminants chimiques ou biologiques, ainsi que les activités à grande capacité de pompage dans l'aire d'alimentation de la source. L'aire d'alimentation se définit ici par la portion d'un territoire sur laquelle l'eau qui s'infiltre peut être captée par le

prélèvement d'eau potable. Le RPEP prévoit l'établissement de trois aires de protection (immédiate, intermédiaire et éloignée) autour des sites de prélèvement, avec des mesures minimales de protection dans chacune d'entre elles. Ce règlement a été édicté en 2014 et remplace le Règlement sur le captage des eaux souterraines (RCES). Il ajoute des exigences pour les responsables de prélèvements d'eau de surface et d'eau souterraine. Ceux-ci doivent transmettre au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) un rapport d'analyse de vulnérabilité de leur source d'eau potable lorsque leur système d'aqueduc alimente plus de 500 personnes et au moins une résidence (c.-à-d. un prélèvement de catégorie 1). C'est le cas de la municipalité de Grenville-sur-la-Rouge, dont le prélèvement d'eau potable alimente le système d'aqueduc du secteur de Calumet, qui en 2016, fournissait l'eau potable à 680 citoyens (MELCC, 2020b). La Municipalité doit diffuser une synthèse des principaux renseignements d'intérêt pour le public, issus des trois premières sections du rapport, c'est-à-dire la localisation du site de prélèvement et une description de son aménagement, la localisation des aires de protection et les niveaux de vulnérabilité des aires de protection. Le présent rapport a pour objet de répondre à cette exigence.

2. Introduction et principes de base en hydrogéologie

2.1. Le cycle de l'eau et les eaux souterraines

L'eau sur Terre est continuellement en mouvement et change d'états en passant des océans à l'atmosphère, de l'atmosphère à la terre, puis de la terre à l'océan. C'est ce qu'on appelle le cycle de l'eau. Après des précipitations, sous forme de pluie ou de neige, divers sorts attendent l'eau qui atteint le sol (Figure 2). Une partie de cette eau peut :

- s'évaporer;
- être absorbée par les arbres et les plantes;
- ruisseler pour atteindre les lacs et cours d'eau;
- s'infiltrer entre les pores du sol pour aller rejoindre les zones saturées en eau.

L'eau s'infiltre facilement ou non dans le sol en fonction de la perméabilité de ce dernier. La perméabilité dépend de la porosité du milieu. La porosité s'exprime en pourcentage et permet de représenter le volume des espaces vides (pores) entre les grains qui composent un sol ou dans les fissures des roches compactes. Plus il y a d'espaces vides et plus les pores sont interconnectés, plus l'eau circulera facilement.

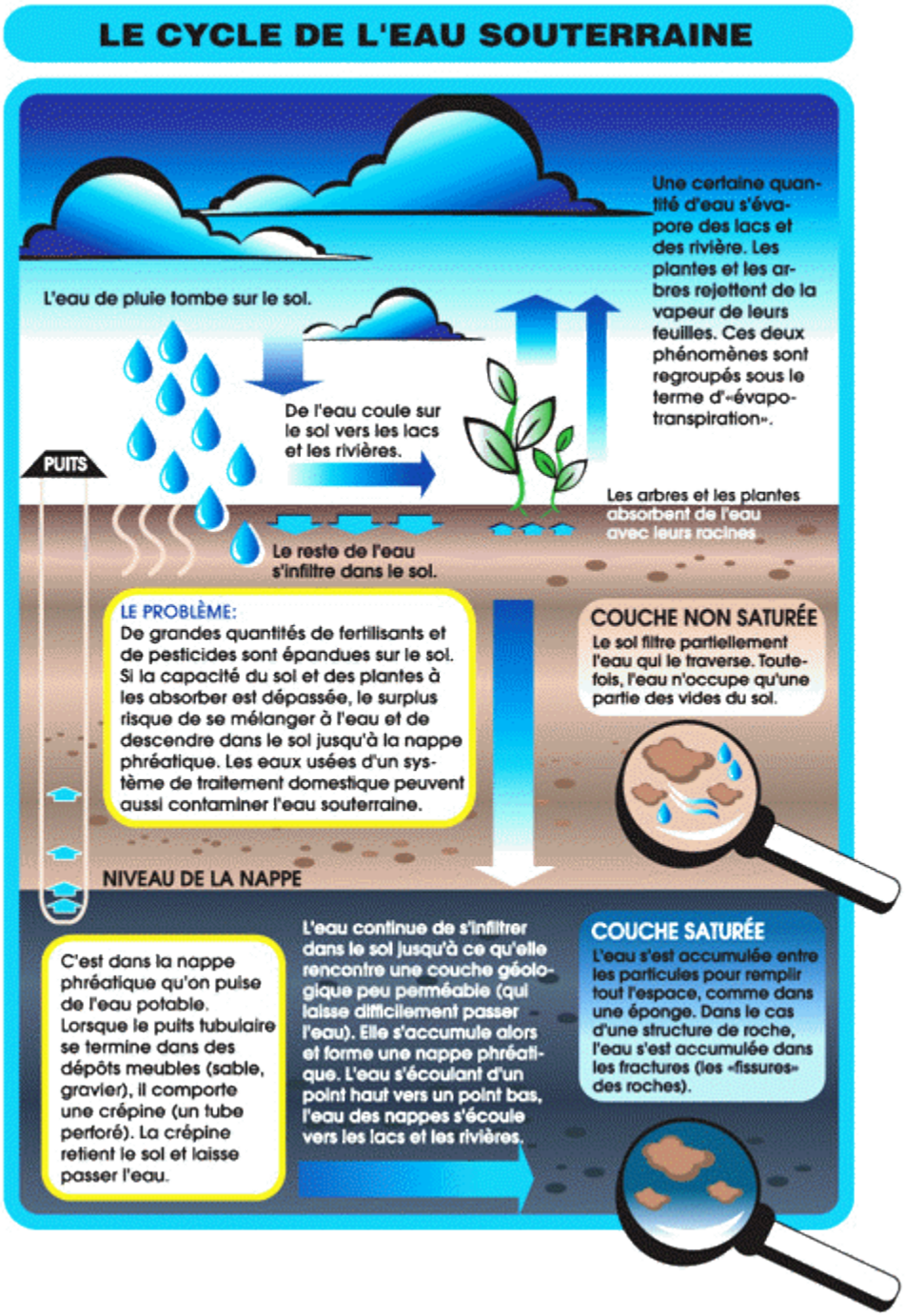

Figure 2: Cycle de l'eau souterraine (MELCC, 2001)

La dynamique souterraine de l'eau diffère de celle en surface. Contrairement aux rivières, l'eau ne circule pas en ligne droite. Elle suit plutôt les interstices du sol ou les fissures des roches qu'elle traverse plus ou moins facilement selon la perméabilité du sol.

On nomme aquifère une section du sol perméable où l'eau peu s'accumuler en quantité suffisante pour permettre son exploitation (Figure 3). Il existe dans le sol des milieux très peu perméables, qu'on nomme aquitards. Lorsqu'un aquitard est situé entre la surface et un aquifère, il protège ce dernier des contaminants qui pourraient provenir de la surface, car il bloque l'écoulement des eaux de surface vers cet aquifère. On dit de cet aquifère qu'il est confiné. Lorsqu'on parle de nappe (ou nappe phréatique), on parle du contenu de l'aquifère, c'est-à-dire l'eau (Ferlatte *et al*., 2014).

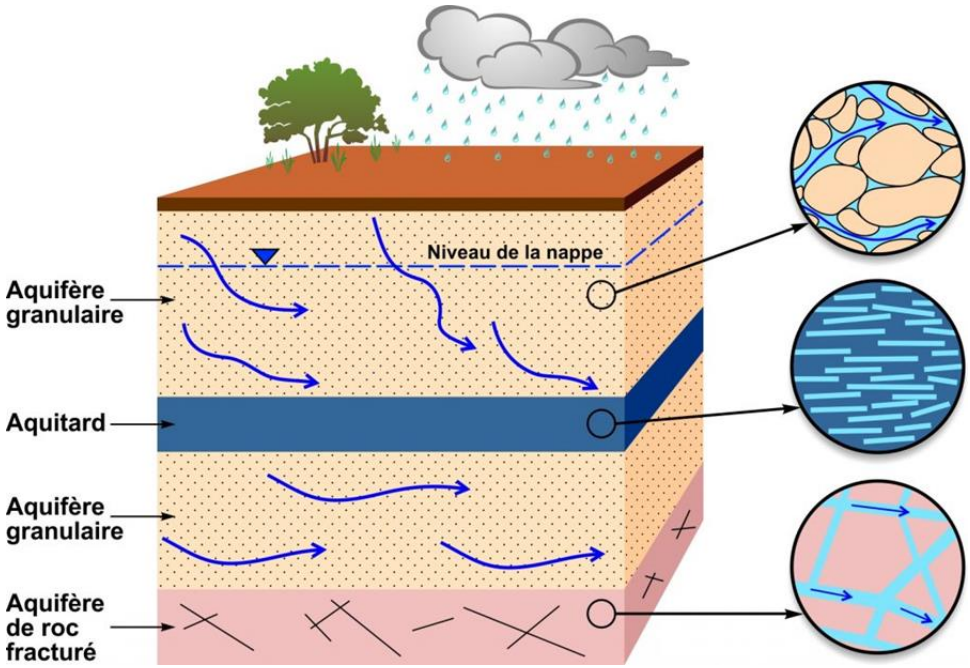

Figure 3 : Différence entre une nappe, un aquifère et un aquitard (Ferlatte *et al*., 2014)

2.2. Les sources de contamination des eaux souterraines

L'eau douce représente moins de 3 % du volume total d'eau sur Terre, la majorité de l'eau étant salée. De cette proportion, seulement 30 %, majoritairement constituée d'eau souterraine, est disponible pour notre consommation, la majorité de l'eau douce étant stockée dans les glaces et les neiges permanentes (Shiklomanov, 1993).

Au Québec, de plus en plus de municipalités se tournent vers l'eau souterraine pour alimenter leurs citoyens en eau potable. Actuellement, 25 % de la population répartie sur 90 % du territoire habité de la province s'alimente en eau potable grâce aux prélèvements des eaux souterraines (MELCC, 2019).

Nous sommes tous des acteurs de l'eau. En effet, par nos activités, nous contribuons tous à la contamination de l'eau à différents niveaux, même l'eau souterraine. La Figure 4 illustre différentes sources de contamination des eaux souterraines découlant des activités humaines. Plusieurs activités résidentielles, comme les systèmes d'évacuation des eaux usées, les sites d'enfouissement de déchets, les réseaux routiers, les sels de voirie, les puits résidentiels abandonnés, le traitement du gazon, représentent des risques de contamination des eaux souterraines. Il en est de même pour les activités d'utilisation des terres, comme certaines activités agricoles utilisant des pesticides et engrais, ou encore les activités commerciales et industrielles pouvant perdre ou déverser des déchets industriels. Les eaux souterraines sont une ressource inestimable qui est d'autant plus essentiel de protéger lorsque l'on sait que le nettoyage d'un aquifère contaminé représente un défi de taille qui s'avère parfois impossible (Gouvernement du Canada, 2007).

« L'eau souterraine est une **ressource inestimable** de plus en plus sollicitée nous obligeant à des efforts de protection et de gestion durable, ceci pour assurer l'approvisionnement des générations futures. » PACES (2019)

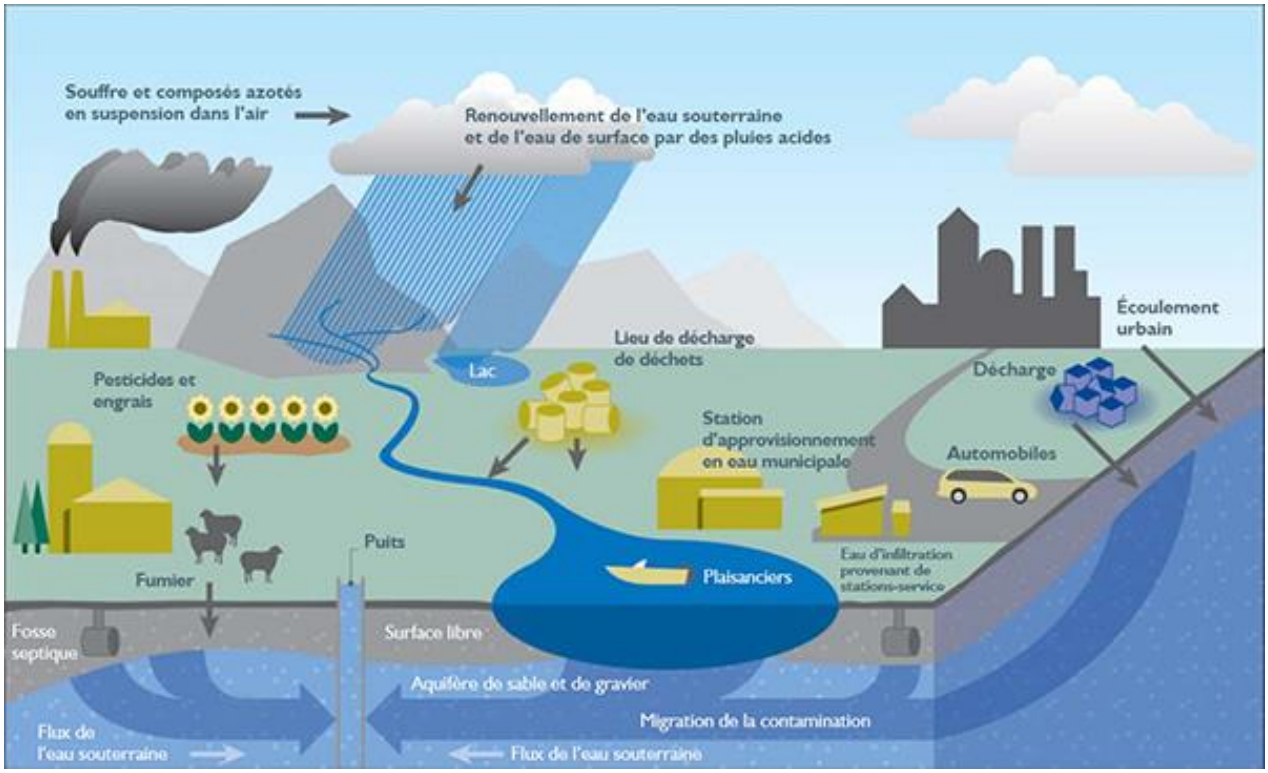

Figure 4 : Activités humaines pouvant affecter les sources d'eau (Pollution Probe, 2004)

3. Caractérisation des sites de prélèvement d'eau

3.1. Description du site de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable

Cette section a pour but de contextualiser le secteur d'alimentation du site de prélèvement. Cette étape de l'analyse de vulnérabilité requiert une grande quantité de données liées à la géologie, l'hydrologie, l'utilisation du sol, la démographie, etc. Elle permet de mieux comprendre les problèmes qui pourraient survenir et affecter la qualité ou la quantité d'eau de la source.

3.1.1. Description du site de prélèvement

3.1.1.1. Localisation du site de prélèvement

** IMPORTANT : La section 3.1.1.1 de ce rapport est principalement tirée du rapport d'expertise hydrogéologique produit par la firme Hydrophila en 2017 (Benhouhou & Richard, 2017). L'organisme de bassins versants des rivières Rouge, Petite Nation et Saumon (OBV RPNS) ne s'accorde aucun droit de propriété intellectuelle de cette section. Il est toutefois à noter que certains détails ont été ajoutés et que certaines figures et valeurs ont été mises à jour avec les données partagées à l'OBV, cela ainsi que les numéros de figures, tableaux, etc., et la mise en page des références.

Le captage municipal autorisé composé des puits municipaux PP-1976 (n°X0009532-1) et PP-2012-01 (n°X0009532-2), est localisé sur le lot 13A, matricule 1657-55-8701, partie du Rang III, cadastre du canton de Grenville, circonscription foncière : Argenteuil, Municipalité de Grenville-sur-la-Rouge. Ce lot 13A est la propriété de la municipalité de Grenville-sur-la-Rouge. Ces deux puits municipaux sont distants de 38 mètres (Benhouhou & Richard, 2017).

La Figure 5 et la Figure 6 permettent de localiser, à l'échelle régionale et à l'échelle locale, le site de prélèvement par rapport aux principaux éléments construits à proximité. De ces figures, il est possible de constater que les puits municipaux se localisent :

- Au sud :
  - Du gisement de graphite (Propriété Miller) à quelque 3,2 kilomètres
  - De l'autoroute A-50 à quelque 480 mètres
  - De la route provinciale 148 à quelque 100 mètres
  - D'une ligne électrique à quelque 80 mètres
  - Du nouveau développement résidentiel du chemin du Panorama à quelque 200 mètres
- Au nord :
  - De la voie ferrée à quelque 60 mètres
  - D'un champ de culture assurée déclaré à la Financière agricole du Québec (FADQ) à quelque 75 mètres
- À l'est du chemin des Érables à quelque 50 mètres dans un secteur de zonage public et résidentiel

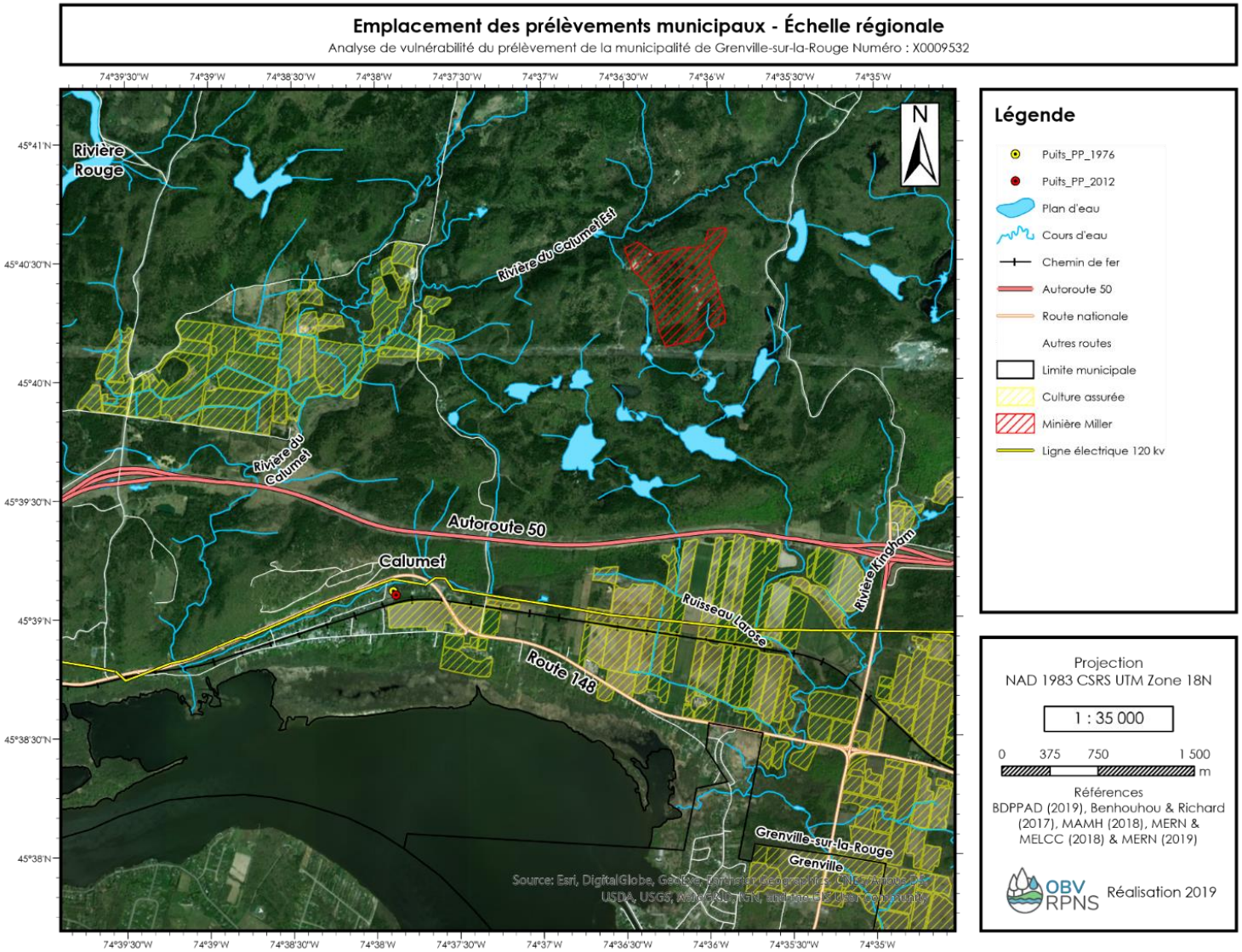

Figure 5 : Emplacement des prélèvements municipaux – Échelle régionale

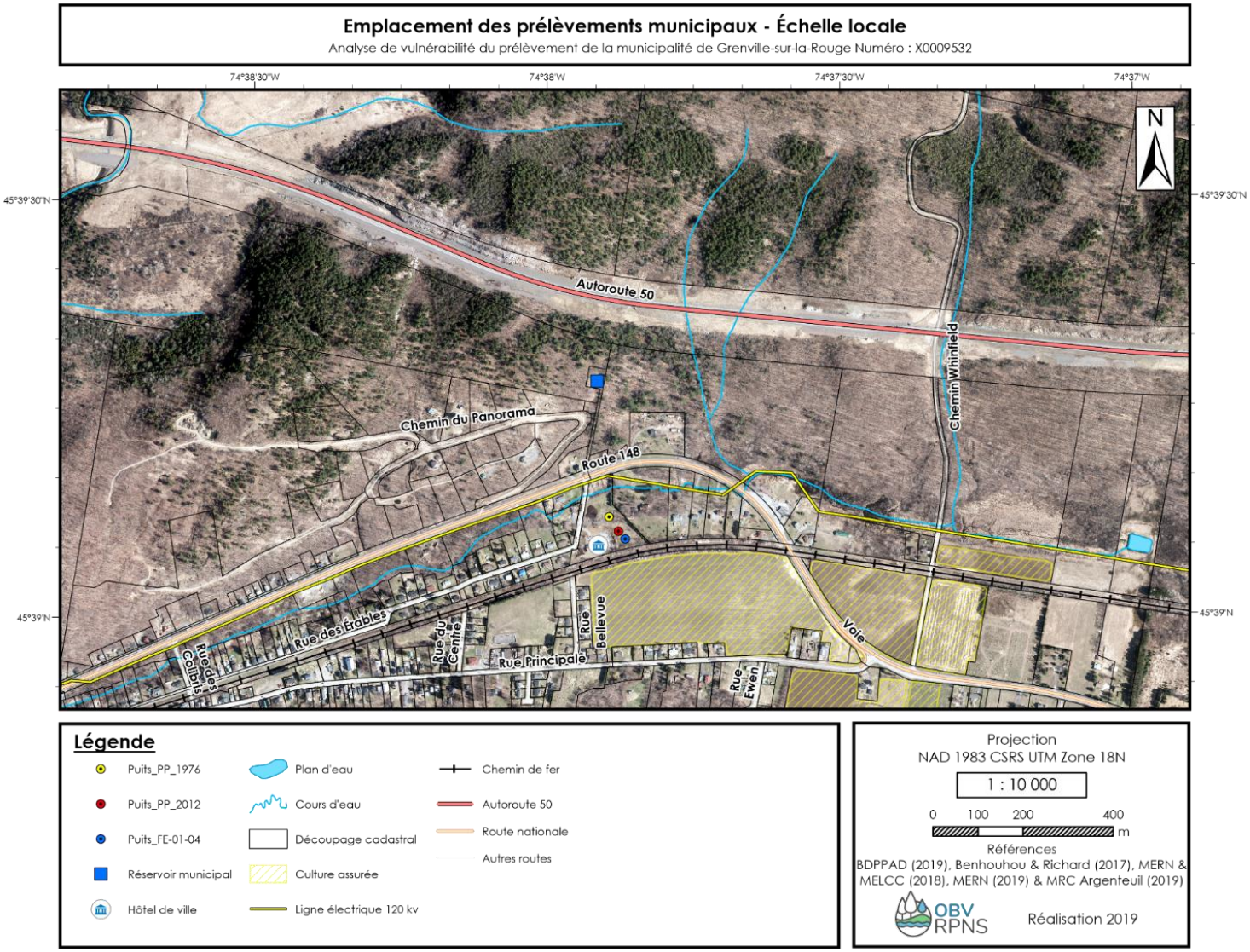

Figure 6 : Emplacement des prélèvements municipaux – Échelle locale

En termes réglementaires, ce site de prélèvement est de catégorie 1 (art 51, par. 1, du RPEP), car deux puits ravitaillent en eau potable le système d'aqueduc du secteur de Calumet qui alimente plus de 500 personnes et au moins une résidence.

3.1.1.2. Caractérisation de l'aire de drainage du prélèvement

3.1.1.2.1. Contexte géographique

Le captage municipal se localise dans une plaine où les élévations oscillent entre 58 et 60 m/nmm (niveau moyen de la mer, voir Figure 9). La plaine appartient aux Basses-terres du Saint-Laurent et s'étend jusqu'au pied du Bouclier Précambrien dont les collines atteignent 200 à 210 m/nmm.

3.1.1.2.2. Bassins versants

Le bassin versant d'un lac ou d'un cours d'eau est la portion du territoire sur lequel les eaux qui s'écoulent atteignent un même exutoire. La délimitation d'un bassin versant est naturelle. Elle est déterminée par la ligne de partage des eaux qui dépend de l'altitude et du relief du territoire qui l'entoure. Les eaux provenant des précipitations, vont donc s'écouler à l'intérieur de ce bassin versant en suivant les tributaires et en ruisselant à la surface du sol (Figure 7).

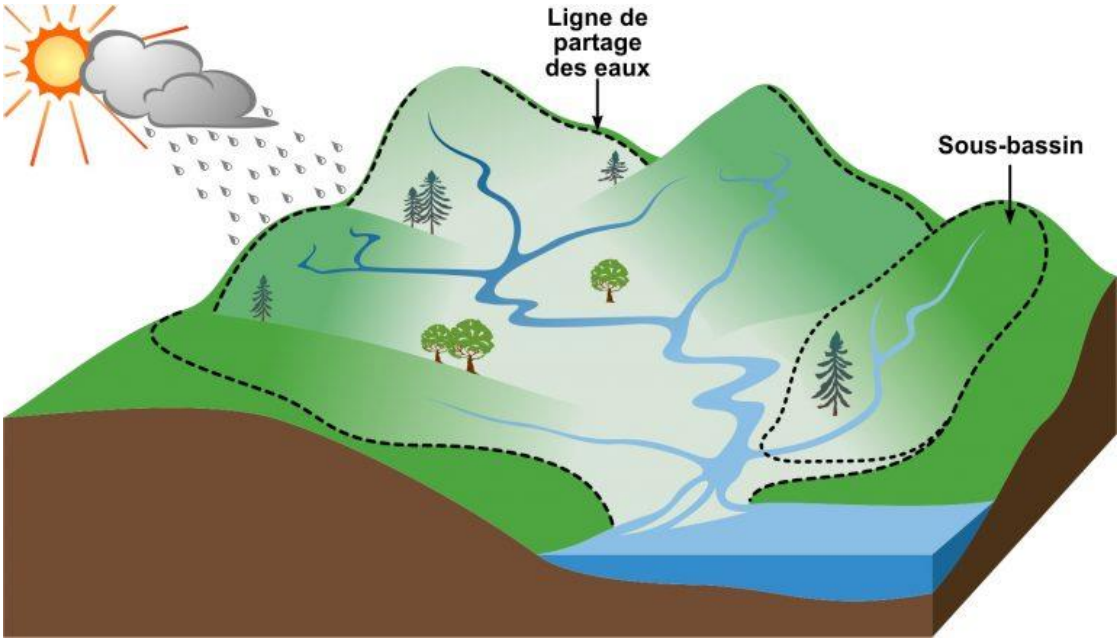

Figure 7 : Bassin versant (Ferlatte *et al.*, 2014)

On peut voir les bassins versants comme de petites poupées russes (AGIRO, 2020) qui s'emboitent dans de plus grandes, car le bassin versant de petits cours d'eau se retrouvera lui-même dans le bassin versant d'un plus grand cours d'eau, comme par exemple celui de la rivière des Outaouais

qui se retrouve dans celui des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, qui lui-même se trouve dans le bassin versant de l'océan Atlantique (Figure 8).

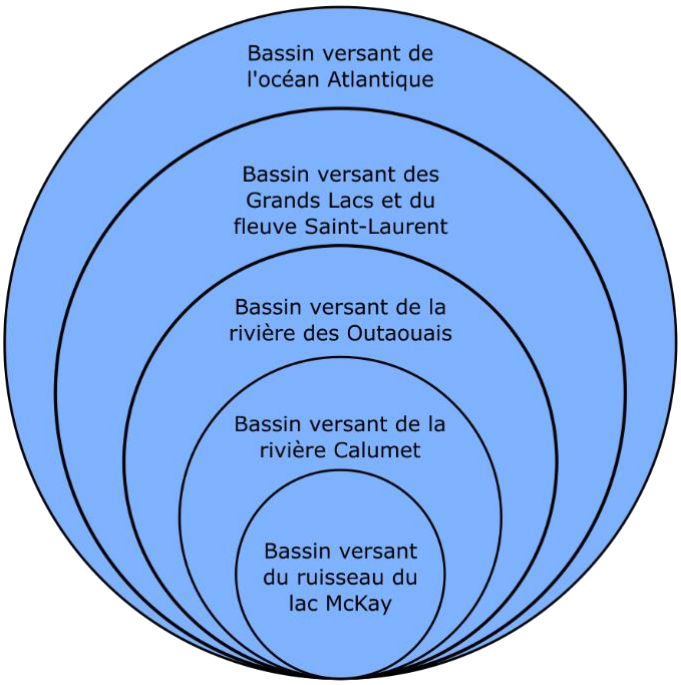

Figure 8 : Le bassin versant du ruisseau du lac Mackay est un sous bassin versant de la rivière Calumet. Le bassin versant de la rivière Calumet est un sous bassin versant de la rivière des Outaouais, etc.

Le captage municipal se localise dans les limites du bassin versant du ruisseau du lac McKay, un sous bassin versant du bassin versant de la Rivière Calumet, d'une superficie de 2,85 km² (Figure 9). Le gisement de graphite que compte exploiter la minière Miller se situe à quelque 3,2 kilomètres au nord-est du prélèvement et constituait une préoccupation environnementale importante pour l'exploitant du captage municipal. La Figure 9 montre que ce gisement est à cheval sur la limite des bassins versants de la rivière Calumet Est et du ruisseau Larose. En termes hydrologiques, ces deux bassins versants constituent des entités géographiques distinctes du bassin versant du ruisseau du lac McKay. En d'autres mots, le captage municipal est, en termes hydrauliques, isolé du gisement de graphite.

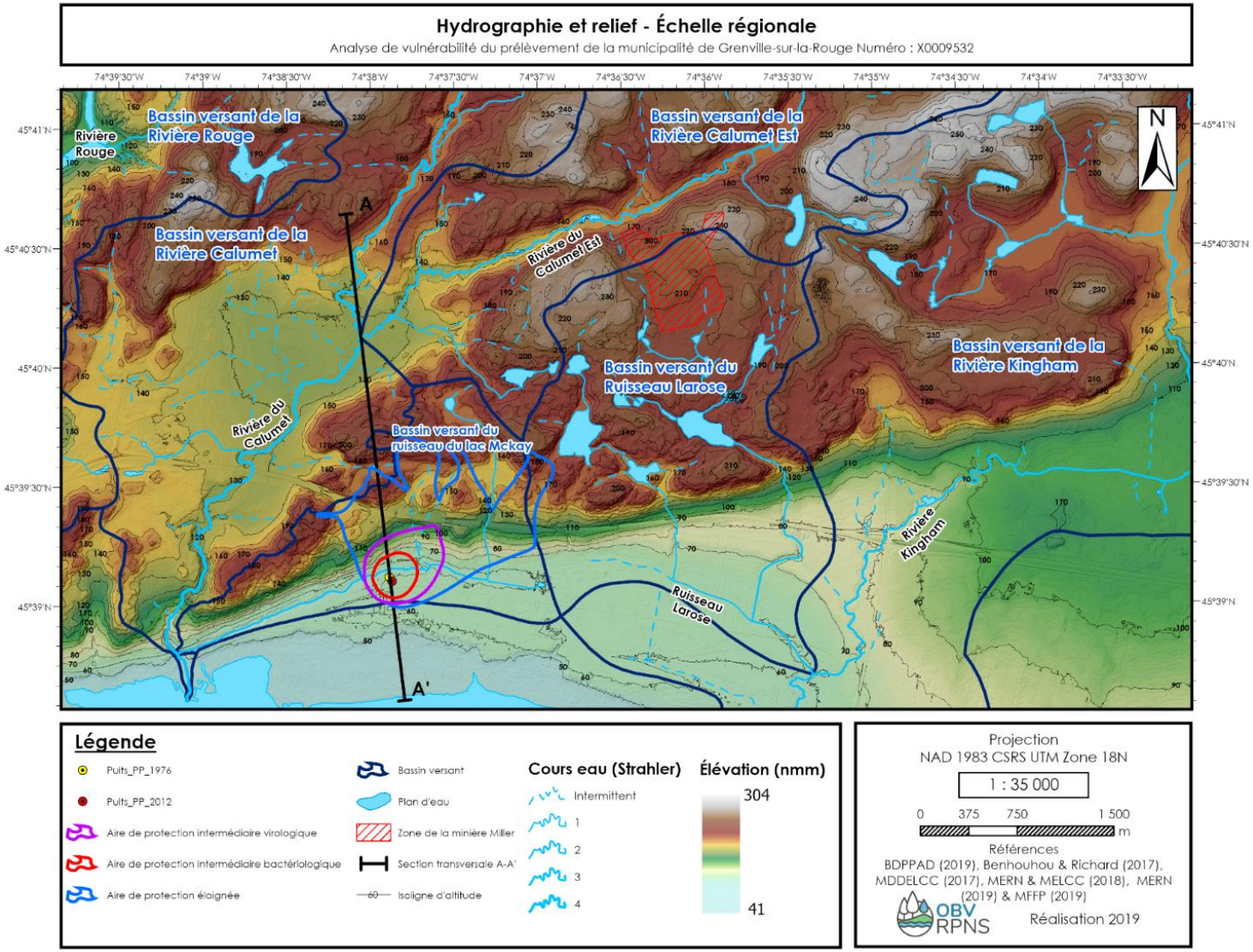

Figure 9 : Hydrographie et relief – Échelle régionale

3.1.1.2.3. Contexte géologique et hydrogéologique

Les deux puits municipaux (PP-1976 et PP-2012-01) distants de 38 mètres l'un de l'autre et exploités en alternance captent les fractures (c'est-à-dire l'eau présente dans les fissures de la roche) d'une roche carbonatée d'un assemblage aquifère composé d'un till[1] de faible épaisseur et du roc fracturé. Cet assemblage aquifère constitue l'aquifère régional, lequel est fortement confiné sous un horizon argileux dont l'épaisseur est supérieure à 20 mètres. Cette couche argileuse est ce qu'on nomme un aquitard, l'aquifère exploité ici est donc confiné, ce qui veut dire qu'il est isolé de la surface et donc moins vulnérable aux contaminants provenant de la surface. Les caractéristiques techniques de ces deux puits sont montrées à la Figure 10. En termes hydrogéologiques, les quelques mètres de sables superficiels (3 à 4 mètres) ne constituent pas un aquifère exploitable.

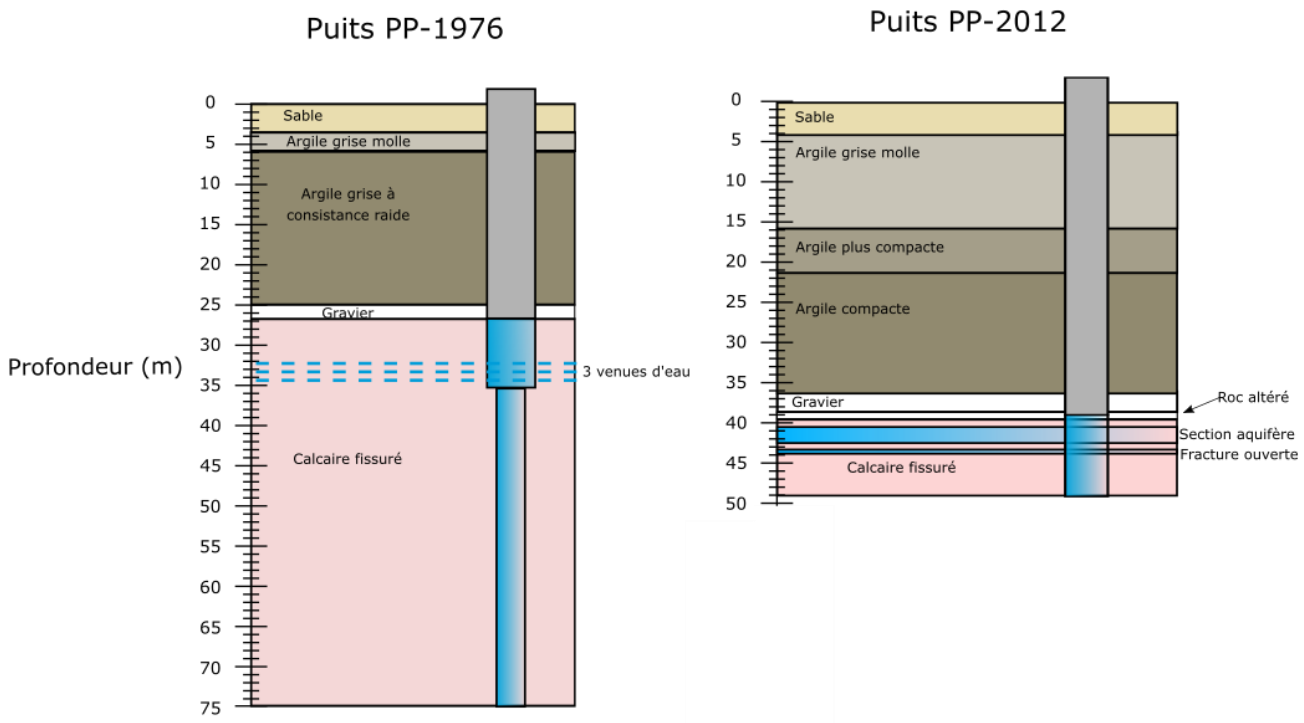

Figure 10 : Représentation schématique simplifiée montrant la reconstitution de la coupe géologique et technique des puits municipaux PP-1976 et PP-2012. Figure reproduite et simplifiée à partir de celle de Benhouhou & Richard (2017).

Dans les limites de la plaine, l'horizon argileux constitue un substrat imperméable et protège ainsi naturellement l'aquifère régional qui renferme une nappe captive (c.-à-d. qu'elle n'est pas rechargée directement par l'infiltration verticale). L'aire de recharge de cet aquifère régional est rattachée aux sommets topographiques prenant place au nord du captage municipal.

[1] Le till, est un type de roche sédimentaire provenant de l'action des glaciers.

Cette description synoptique est illustrée à une échelle plus régionale par la Figure 11, où il est possible d'observer que le captage municipal se localise :

- Dans la plaine argileuse recouvrant des roches carbonatées (calcaire),
- Au pied du Bouclier précambrien formé par des roches cristallines,
- Au sud de la faille de Lachute qui constitue la frontière entre le Bouclier précambrien (roches cristallines) et la plaine (roches carbonatées),
- L'épaisseur des dépôts superficiels (non consolidés) est nettement plus importante par-dessus les roches carbonatées de la plaine que sur les roches du Bouclier précambrien,
- Les conditions de confinement de l'aquifère régional (roches cristallines et/ou carbonatées) varient de libre à captive selon l'emplacement géographique,
- Des réseaux d'écoulement souterrains font converger l'eau souterraine, à l'échelle :
    - Locale, vers le réseau hydrographique, ou ;
    - Régionale, vers la rivière des Outaouais.

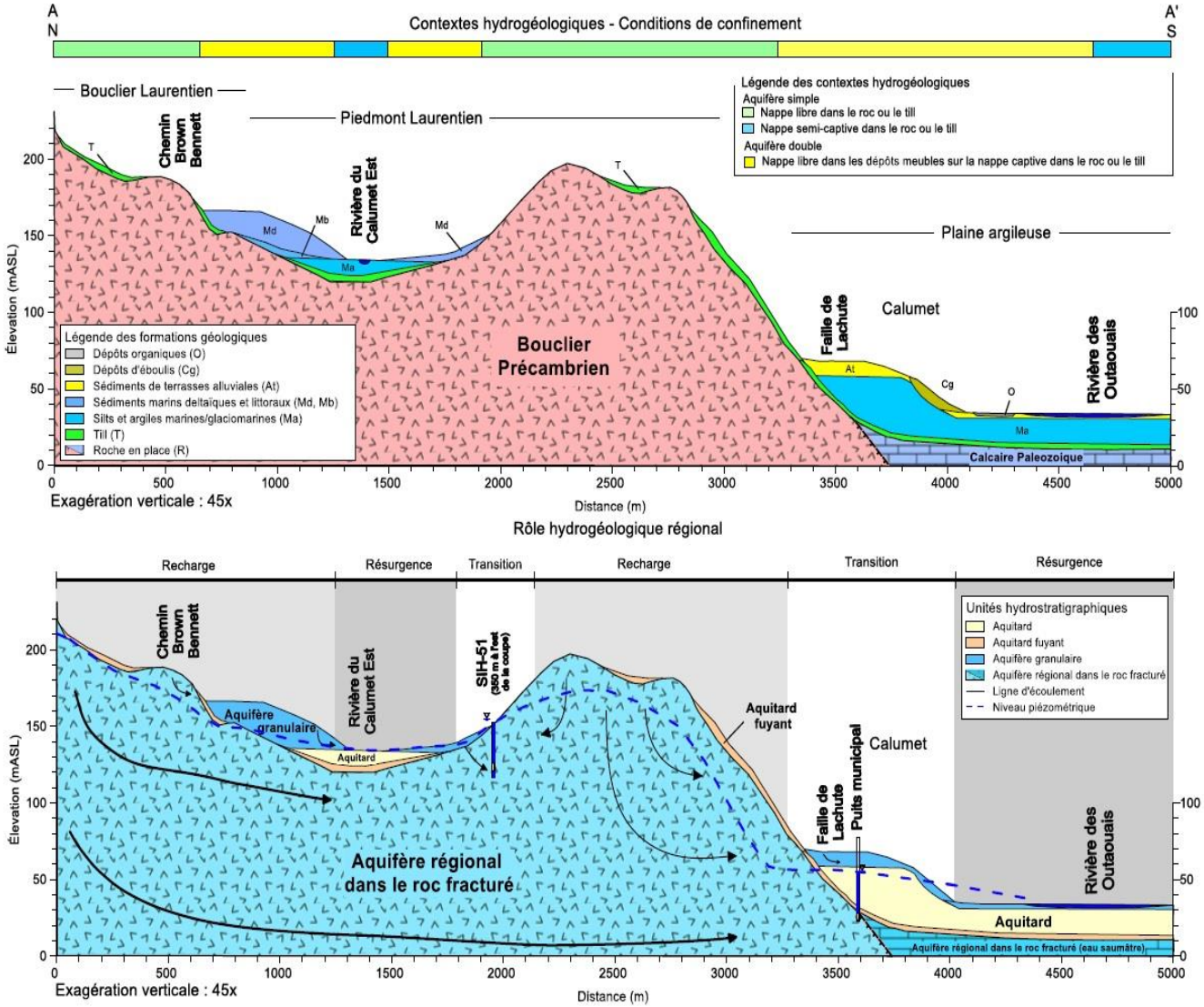

Figure 11 : Contexte hydrogéologique et conditions de confinement. Figure tirée de Benhouhou & Richard (2017)

3.1.1.2.4. Contexte anthropique actuel

La station de prélèvement de l'eau potable est située dans le périmètre urbain du village de Calumet. Le village de Calumet est une concentration urbaine de 592 habitants ayant une vocation principalement résidentielle avec, à l'est, la présence d'activités agricoles (Figure 12). L'impact anthropique sur le territoire entourant les prélèvements d'eau est principalement observé dans le périmètre urbain et dans les plaines des Basses-terres du Saint-Laurent, où ont lieu la majorité des activités agricoles et où se situe le chemin de fer exploité par Québec Gatineau Railway. La présence de deux sites aux sols contaminés aux hydrocarbures est recensée par les études d'expertise hydrogéologique d'Agéos (Richard & Benhouhou, 2004). Dans le premier cas, il s'agit de la présence de sables superficiels contaminés par des produits pétroliers (Figure 12). Le deuxième site est contaminé par une épaisseur de 25 centimètres d'un produit pétrolier surnageant s'apparentant à de l'huile à moteur ayant été détectée dans le tubage du puits (Figure 12) (Richard & Benhouhou, 2013). En 2005, le système de pompage désuet et les produits pétroliers surnageant furent retirés de l'ancien puits, il fut ensuite obturé dans les règles de l'art (Richard & Benhouhou, 2013). Les sables superficiels contaminés sur un terrain ne furent pas décontaminés en raison des risques que cette opération cause une infiltration de ces contaminants plus profondément dans le sol, vers l'aquifère exploité par la municipalité (C. Carrière, communication personnelle, 6 décembre 2019).

Au nord de la route 148 émerge le Bouclier canadien. Son relief plus prononcé et ses sols moins disposés à l'agriculture en font un territoire moins affecté par les activités humaines. On y observe la présence de l'autoroute 50 et de sa circulation d'automobiles et de camions. Au nord de celle-ci, peu d'influence anthropique est observée sur le milieu, le couvert forestier semble uniforme, à l'exception de la vallée de la rivière Calumet à quelque 1400 mètres au nord-est du prélèvement (voir Figure 9). Les utilisations permises actuellement par le zonage au nord de l'autoroute sont principalement la production animale et les territoires non exploités et non aménagés (Figure 12).

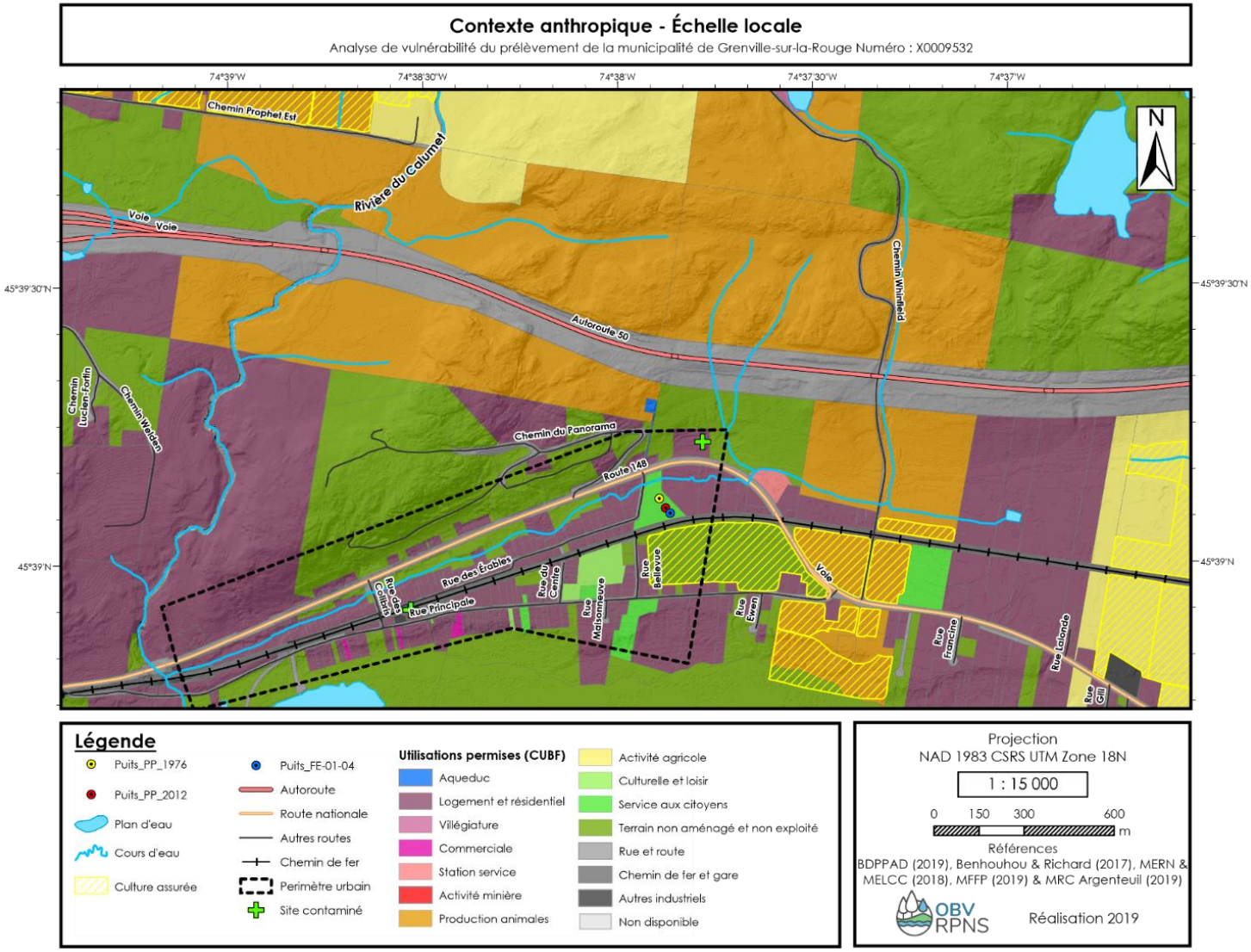

Figure 12 : Contexte anthropique - Échelle locale

3.1.1.2.5. Potentiel de développement des activités humaines

Un développement résidentiel de faible densité est en cours dans le secteur du chemin du panorama, où l'on observe quelques constructions récentes et la présence de lots à vendre, ce qui crée un faible potentiel de construction de logements dans les prochaines années (Figure 6). Une partie du lot matricule : 1657-83-2219, où ont actuellement lieu les activités de cultures assurées au sud du prélèvement est considérée comme un espace à développer le schéma d'aménagement et de développement révisé de la municipalité régionale de comté (MRC) d'Argenteuil (M. Richer Mc-Callum & C. Carrière, communication personnelle, 28 octobre 2019).

Le développement potentiel d'une exploitation minière de graphite à 3 200 mètres au nord-est du prélèvement pourrait influencer l'état du couvert forestier au nord de l'autoroute 50, mais ne devrait pas avoir d'impact sur la qualité de l'eau puisée par la Municipalité, de par sa non-connectivité hydraulique et hydrogéologique avec le prélèvement (Benhouhou & Richard, 2017).

3.1.2. Description de l'installation de production d'eau potable

L'installation de prélèvement est constituée de trois infrastructures principales : la station de pompage, le réservoir et le réseau d'aqueduc. Depuis la construction du puits PP 2012, le prélèvement est composé de deux puits se raccordant sous le bâtiment de la station de pompage. Le forage de ce nouveau puits a justifié la construction d'un nouveau bâtiment abritant la nouvelle station de pompage.

3.1.2.1. Prélèvement – X0009532-1 (Puits : PP-1976) et X0009532-2 (Puits : PP-2012)

Le type d'usage

Le puits PP-1976 a été l'unique et principal puits de la municipalité de 1976 à 2015. Le puits PP-2012 a été foré les 29 et 30 novembre 2012, avec comme objectif de remplacer le puits PP-1976 en devenant le puits principal de la Municipalité (Richard & Benhouhou, 2013). Il a été inutilisé jusqu'à son autorisation de raccordement à l'aqueduc le 29 avril 2015 (MDDELCC, 2015). À partir de cette date, les deux puits principaux fonctionnaient en alternance. Il est à noter qu'à cause de multiples contaminations en coliformes totaux dans le puits PP-2012 mesurées de juin à octobre 2018, le puits PP-1976 a été le seul puits en usage d'octobre 2018 à septembre 2019. Après un bris de la pompe du puits PP-1976 le 10 septembre 2019, le puits a été en arrêt pour une durée d'environ trois semaines. Pendant cette période, le puits PP-2012 a été remis en service et a assuré le pompage de l'eau pour une partie du mois de septembre. Le 12 septembre 2019, la pompe du puits PP-1976 a été remplacée

« Les **coliformes totaux** constituent un groupe hétérogène de bactéries d'origine fécale et environnementale. En effet, la plupart des espèces de coliformes totaux peuvent se trouver naturellement dans le sol et la végétation. Leur présence dans l'eau n'indique pas une contamination fécale ni un risque sanitaire, mais plutôt une dégradation de la qualité bactérienne de l'eau. Cette dégradation peut être attribuée, entre autres, à une infiltration d'eau de surface dans le puits, ou au développement progressif d'une couche de bactéries sur les parois appelée « biofilm ». L'analyse des coliformes totaux permet notamment d'obtenir de l'information sur la vulnérabilité possible d'un puits à la pollution de surface. » MELCC (2020a)

par une neuve. À partir du 1er octobre 2019, les puits ont recommencé à pomper en alternance.

Tableau 1 : Localisation des prélèvements PP-1976 et PP-2012 (Richard & Benhouhou, 2013)

	Longitude	Latitude	Z (m)
PP-1976	74,6316311 O	45,6519482 N	60,25
PP-2012	74,6313634 O	45,6516634 N	60,71

Le type et la profondeur des prélèvements d'eau

Le prélèvement PP-1976 est un puits tubulaire atteignant 75,6 mètres de profondeur (Richard & Benhouhou, 2013). La reconstitution de la coupe géologique et technique du puits est illustrée à la Figure 10. Le forage est équipé d'un tubage en acier au diamètre nominal de 250 millimètres sur les premiers 27,12 mètres, il passe au travers d'une couche de sable moyen de trois mètres d'épaisseur pour ensuite traverser des couches d'argile sur plus de 20 mètres. Il s'ensuit un forage à paroi nue dans la roche calcaire fissurée jusqu'à 36,3 mètres de profond avec un diamètre nominal de 250 millimètres et jusqu'à 75,6 mètres avec un diamètre nominal de 150 millimètres. Les trois venues d'eau de l'aquifère exploité sont observées à des profondeurs de 32,3, 33,2 et 34,1 mètres du sol.

Le prélèvement PP-2012 est quant à lui un puits tubulaire atteignant 48,77 mètres de profondeur (Richard & Benhouhou, 2013). La reconstitution de la coupe géologique et technique du puits est illustrée à la Figure 10. Le forage est équipé d'un tubage en acier noir CSA G40.21.04-50W classe « c » au diamètre nominal de 250 millimètres sur les premiers 38,46 mètres, passant au travers d'une couche de sable fin à moyen de quatre mètres d'épaisseur, pour ensuite traverser des couches d'argile sur plus de 30 mètres. Puis, il être foré directement dans le calcaire fissuré et laissé à paroi nue jusqu'à 48,77 mètres de profond, en conservant un diamètre nominal de 250 millimètres. L'eau de l'aquifère est puisée sur un intervalle de profondeur de 40,5 à 42,4 mètres.

Le débit de prélèvement autorisé

Le débit de prélèvement autorisé est de 816,5 mètres cubes par jour pour le total prélevé par les deux puits.

Installation de production d'eau potable

Aucun traitement ou produit chimique n'est utilisé entre le prélèvement de l'eau et la distribution, l'eau est simplement acheminée des puits vers les réservoirs.

3.1.2.2. Réservoir

Le réservoir municipal est situé à ± 340 mètres au nord et à un dénivelé de + 57 mètres de la station de pompage (données altimétriques extraites grâce au modèle de terrain dérivé des données LiDAR[2] (MFFP, 2016)). Il est constitué de deux réservoirs juxtaposés, est et ouest, d'un volume approximatif de 310 m³ chacun. L'eau provenant des puits municipaux se déverse de façon indépendante dans chacun des deux réservoirs, bien qu'ils soient communicants, ce qui permet

[2] Télédétection par laser ou LiDAR (pour *Light Detection and Ranging*)

de les nettoyer/désinfecter de façon indépendante l'un de l'autre. Ceux-ci sont nettoyés avec de l'acide par le personnel de la municipalité de Grenville-sur-la-Rouge, à raison d'une fois par année. Les réservoirs sont alors vidés et nettoyés à l'acide avec une machine à pression. L'eau des réservoirs est distribuée vers le réseau d'aqueduc par voie gravitaire.

3.1.2.3. Réseau d'aqueduc

Le réseau d'aqueduc couvre en entièreté le noyau villageois de Calumet. Il dessert notamment la rue Principale, la rue des Érables et la rue de la Montagne et s'étend sur la route 148 jusqu'à environ 400 mètres à l'ouest de l'intersection avec le chemin Kilmar. Le réseau d'aqueduc comporte plus de 9100 mètres de tuyaux et a été construit entre 1963 et 1995. Au moment de la visite des installations de prélèvement, le 1er octobre 2019, deux fuites au système d'aqueduc étaient répertoriées. La première était située au coin des rues des Colibris et des Érables, et la seconde, sur la 148 à environ 200 mètres de l'intersection avec le chemin Kilmar.

3.2. Plan de localisation des aires de protection des eaux exploitées

** IMPORTANT : La section 3.2 de ce rapport est tirée du rapport d'expertise hydrogéologique produit par Hydrophila en 2017 (Benhouhou & Richard, 2017). L'OBV RPNS ne s'accorde aucun droit de propriété intellectuelle de cette section. Il est toutefois à noter que certains détails ont été ajoutés et que certaines figures et valeurs ont été mises à jour avec les données partagées à l'OBV, cela ainsi que les numéros de figures, tableaux, etc., et la mise en page des références.

3.2.1. Concept

La détermination des aires de protection autour des installations de prélèvement d'eau souterraine vise à protéger les installations elles-mêmes, ainsi que la portion de l'aquifère (le réservoir naturel d'eau souterraine) qui les réalimente. Le RPEP prévoit trois types d'aires de protection : l'aire de protection immédiate, l'aire de protection intermédiaire et l'aire de protection éloignée (voir Figure 13).

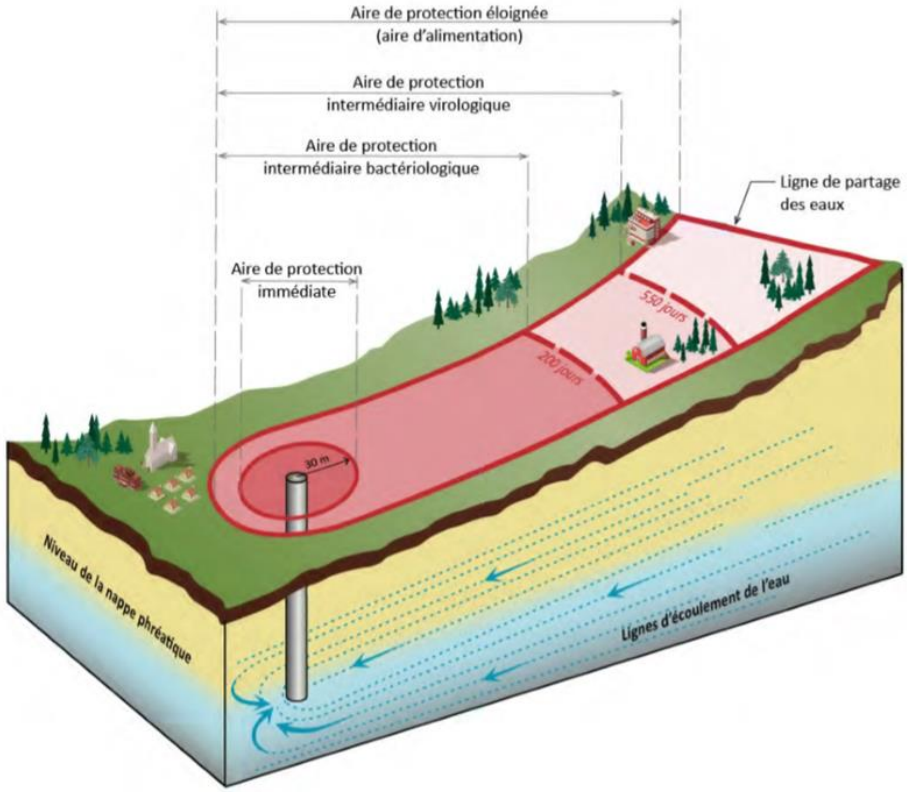

Figure 13 : Bloc diagramme 3D - notion d'aire de protection selon la réglementation du RPEP (MELCC, 2019)

L'aire de protection immédiate correspond à un cercle d'un rayon arbitraire de 30 mètres centré sur l'installation de prélèvement, lorsqu'elle est de catégorie 1, comme c'est le cas pour le prélèvement d'eau du réseau d'aqueduc du secteur Calumet. 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.

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 compost ou de matières résiduelles fertilisantes.

L'aire de protection éloignée correspond à l'aire d'alimentation, soit la superficie de terrain au sein de laquelle les eaux souterraines 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. L'aire d'alimentation

possède généralement les dimensions d'une parabole ouverte vers l'amont jusqu'à la limite du bassin versant.

3.2.2. Méthode de délimitation

Plusieurs méthodes sont disponibles pour faire le calcul et la cartographie des aires de protection intermédiaires et éloignée. Le choix de la méthode par le professionnel en hydrogéologie dépend de la complexité du système hydrogéologique ainsi que des enjeux de protection liés aux activités anthropique sur le territoire (Decelles *et al*., 2019).

Le système hydrogéologique dans lequel se situe les deux puits municipaux est considéré complexe étant donné :

- La géométrie de l'aquifère régional (Bouclier versus Plaine)
- La situation de l'aquifère régional par rapport aux bassins versants locaux
- Le caractère non homogène des propriétés hydrauliques de l'aquifère régional (roches cristallines versus roches carbonatées)
- La proximité d'un projet d'exploitation minière sur le territoire à l'étude

Pour ces raisons, la méthode retenue pour faire le calcul des aires de protection du captage municipal consiste à modéliser les écoulements souterrains à l'aide de systèmes d'équations 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 les interférences avec d'autres puits.

3.2.3. Propriétés hydrogéologiques

Les propriétés hydrogéologiques suivantes ont été attribuées au modèle :

- L'aquifère régional constitué de roches :
  - Carbonatées possède une conductivité hydraulique[3] de 2,30 x 10^{-3} cm/s, soit la valeur moyenne des conductivités hydrauliques interprétées lors de l'essai réalisé sur le PP¬2012-01 et une porosité effective[4] de 0,02, laquelle est communément utilisée pour représenter la porosité effective équivalente dans les milieux fissurés constitués dans les roches carbonatées,
  - Ignées/métamorphiques possède une conductivité hydraulique de 7,75 x 10^{-6} cm/s et une porosité effective de 0,01. La première valeur a été obtenue par essai-erreur lors du processus de calibrage du modèle. Elle reflète, par expérience, la perméabilité moyenne des roches qui constituent le Bouclier canadien. La seconde a été établie selon la littérature,

[3] Conductivité hydraulique : c'est l'aptitude d'un milieux poreux à laisser traverser l'eau sous l'effet d'un gradient de pression. Elle est exprimée ici en cm/s.

[4] La porosité effective (ou efficace) : c'est la quantité d'eau contenue dans la roche pouvant être drainée. Elle est liée à la présence de vides interconnectés. Elle peut être déterminée sur le terrain ou par égouttage en laboratoire d'un échantillon. La porosité totale est égale à la porosité efficace additionnée à la capacité de rétention. Par exemple, l'argile est très poreuse (porosité totale), mais sa porosité effective est extrêmement faible, car l'eau dans l'argile est liée aux particules qui la compose et se draine donc très difficilement (SIGES Seine-Normandie, 2020).

- L'aquitard constitué d'argile et/ou de silt argileux qui recouvre principalement les roches carbonatées possède une conductivité hydraulique de 1,16 x 10^{-6} cm/s représentative d'un silt argileux.

3.2.4. Échelle régionale – Aires de protection éloignée et intermédiaires

La Figure 15 localise les aires de protection éloignée et intermédiaires lorsque le captage municipal, composé des deux puits municipaux (PP-1976 et PP-2012), prélève un maximum de 816,5 m³/jour en régime d'écoulement permanent.

L'aire de protection éloignée est caractérisée par la forme d'une parabole ouverte vers le nord, soit la zone de recharge de l'aquifère, et dont le puits PP-2012 est le foyer.

La présence de deux aquifères régionaux se caractérisant par des propriétés hydrogéologiques différentes (voir section 3.2.3) provoque un effet de diffraction des lignes d'écoulement au contact géologique qui s'orientent vers les sommets du secteur (env. 190 à 200 m/nmm) (Figure 9). Considérant que les valeurs de perméabilité des roches cristallines et carbonatées présentent un contraste de deux ordres de grandeur, l'aire d'alimentation tend à s'élargir dans le secteur des roches cristallines. Ainsi, par rapport au captage municipal assujetti à un prélèvement de 816,5 m³/jour en régime d'écoulement permanent, il est possible de décrire l'aire d'alimentation autour du prélèvement d'eau du secteur Calumet par les dimensions suivantes :

- La distance aval du point de stagnation est de 160 m,
- La largeur de l'aire d'alimentation à la hauteur de l'ouvrage de captage est de 680 m,
- La largeur maximale de l'aire d'alimentation est de 1 700 m.

La superficie de l'aire d'alimentation serait de 1 268 805 m² (voir Figure 15).

Dans la pratique, se retrouvent dans l'aire d'alimentation générée par le captage municipal les tracés de :

- l'autoroute A-50,
- la route provinciale 148,
- une ligne électrique,
- la voie ferrée.

3.2.5. Échelle locale – Aires de protection intermédiaires

La Figure 15 et la Figure 16 localisent les aires de protection intermédiaires (bactériologique et virologique) et l'aire de protection immédiate lorsque le captage municipal, composé des deux puits municipaux (PP-1976 et PP¬2012-01), prélève un maximum de 816,5 m³/jour en régime d'écoulement permanent.

Ces aires de protection sont représentées par deux séries de couleurs (rouge et violet). Les aires de protection intermédiaires présentent une forme ovoïde dont les distances sont les suivantes :

- Isochrone de 200 jours (protection bactériologique) : entre 130 et 250 mètres de distance par rapport au puits PP-2012-01, superficie totale de 9,245 Ha;

- Isochrone de 550 jours (protection virologique) : entre 175 et 660 mètres de distance par rapport au puits PP-2012-01, superficie totale de 27,799 Ha.

Les aires de protection bactériologique et virologique recoupent les tracés de :

- la route provinciale 148,
- une ligne électrique,
- la voie ferrée.

Par rapport à la cartographie du territoire agricole tel que reconnu par la Commission de protection du territoire agricole (CPTAQ) et la base de données des parcelles et productions agricoles déclarées (BDPPAD) (voir Figure 14 et Figure 15), les périmètres de protection bactériologique et virologique s'étendent en partie dans le champ de culture assurée zonée non agricole au sud du prélèvement. Ces cultures occupent des superficies de 8 862 m² dans l'aire de protection intermédiaire bactériologique et de 27 724 m² dans l'aire de protection intermédiaire virologique. Pour ce qui est du zonage agricole de la CPTAQ, l'aire de protection intermédiaire virologique empiète de façon marginale sur celui-ci avec une superficie de 40 787 m².

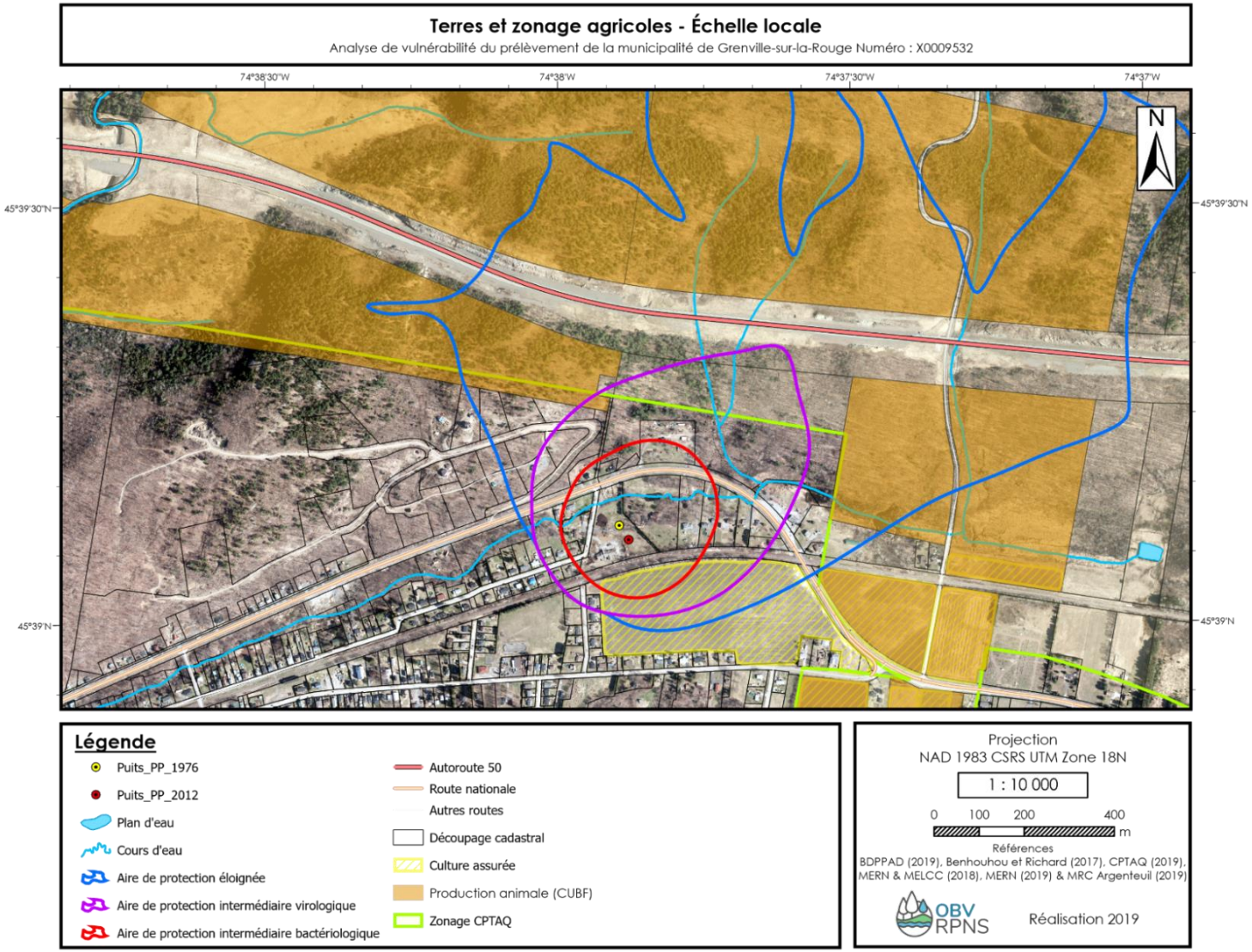

Figure 14 : Terres et zonage agricole- Échelle locale

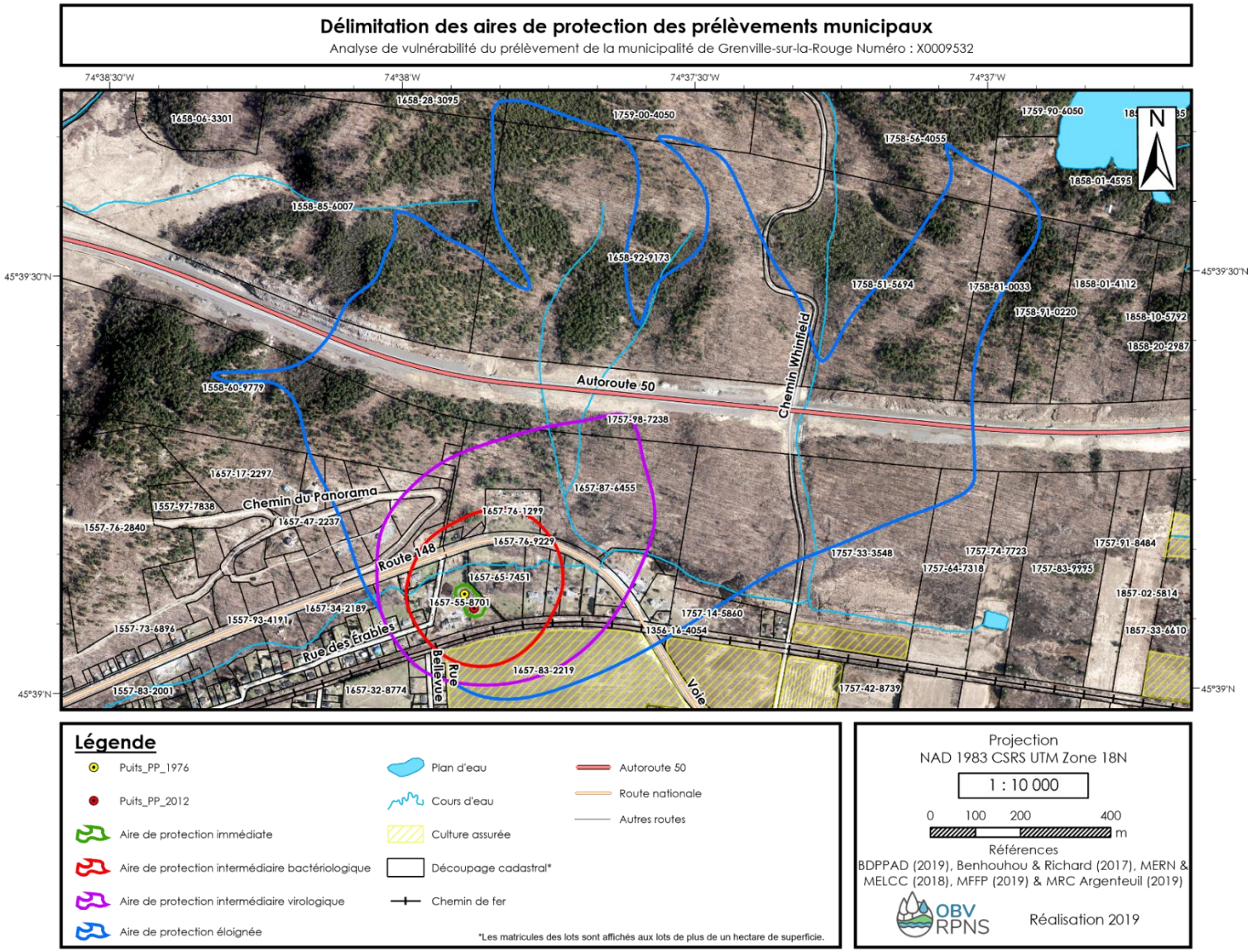

Figure 15 : Délimitation des aires de protection des prélèvements municipaux

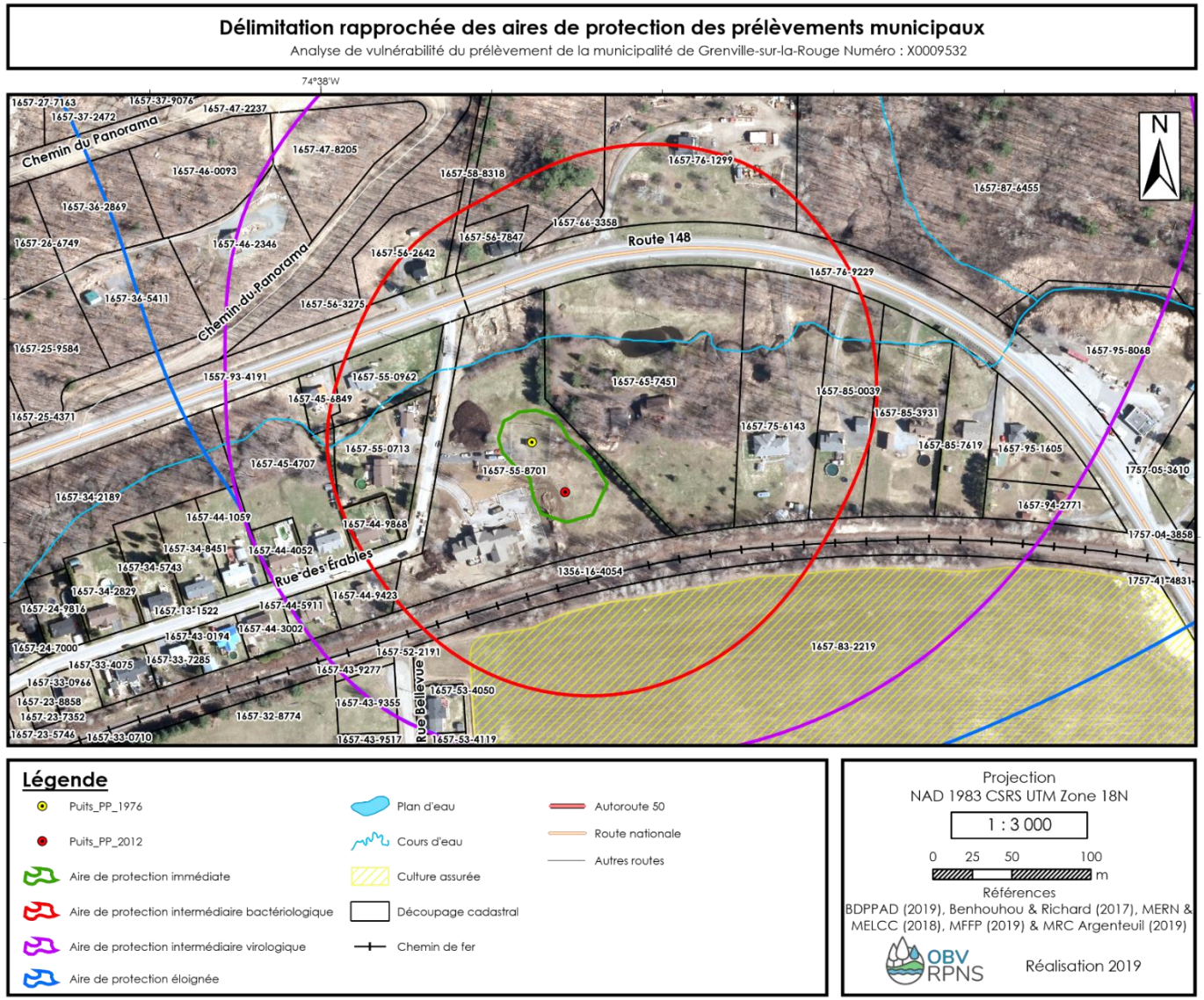

Figure 16 : Délimitation rapprochée des aires de protection des prélèvements municipaux

3.3. Niveaux de vulnérabilité des aires de protection

** IMPORTANT : La section 3.3 de ce rapport est tirée du rapport d'expertise hydrogéologique produit par Hydrophila en 2017 (Benhouhou & Richard, 2017). L'OBV RPNS ne s'accorde aucun droit de propriété intellectuelle de cette section. Il est toutefois à noter que certains détails ont été ajoutés et que certaines figures et valeurs ont été mises à jour avec les données partagées à l'OBV, cela ainsi que les numéros de figures, tableaux, etc., et la mise en page des références.

3.3.1. Description et application de la méthode DRASTIC

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 normalisée 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 *et al.*, 1987).

Cette méthode tient compte de sept paramètres hydrogéologiques (Figure 17), 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.

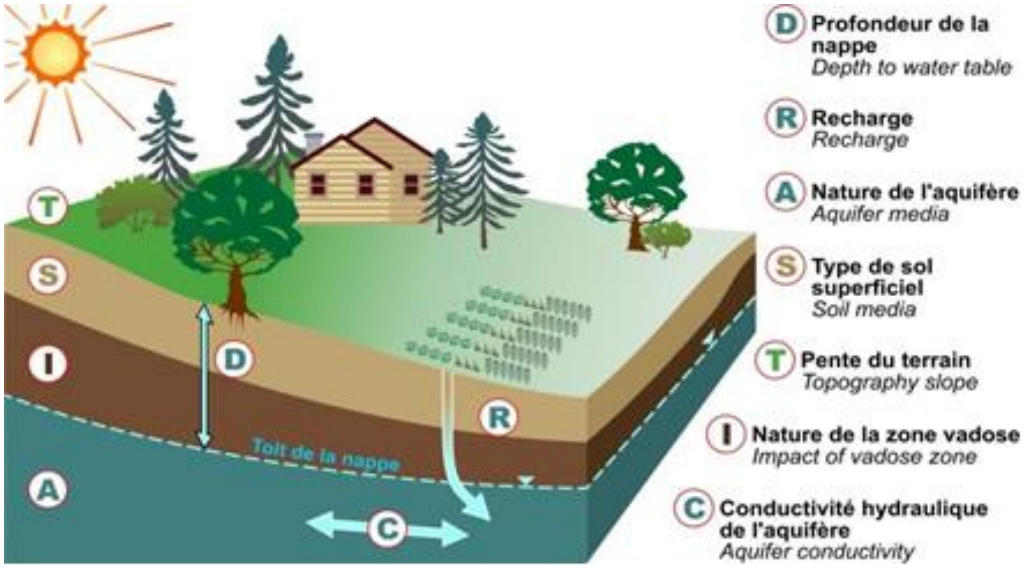

Figure 17 : Illustration conceptuelle des sept (7) paramètres utilisés selon l'approche DRASTIC

Les sept paramètres influencent l'indice DRASTIC des façons suivantes (Ferlatte *et al.*, 2014) :

1. Le paramètre **D** concerne la profondeur de la nappe, plus la nappe est profonde, plus l'indice sera faible.
2. Le paramètre **R** fait référence à la recharge de la nappe, plus la recharge est importante, plus l'indice sera élevé.

3. Le paramètre **A** concerne la nature de l'aquifère, plus l'aquifère est composé de matériel grossier, ce qui signifie un aquifère plus perméable, plus l'indice sera élevé.
4. Le paramètre **S** se rapporte au type de sol, plus le sol est composé de matériel grossier, plus l'indice sera élevé, car comme pour l'aquifère, un matériel grossier signifie un sol plus perméable
5. Le paramètre **T** dépend de la pente du terrain, plus la pente est accentuée, plus l'indice sera faible
6. Le paramètre **I** a rapport à la zone vadose (zone non saturée en eau), plus la zone non saturée est composée de matériel plus grossier, plus l'indice sera élevé.
7. Le paramètre **C** dépend de la conductivité hydraulique de l'aquifère, plus la conductivité hydraulique est importante, plus l'indice sera élevé.

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. Par exemple, une nappe d'eau souterraine dont l'aquifère, le sol et la zone vadose sont composées de matériel grossier sera plus vulnérable à une contamination provenant de la surface, car il sera plus facile pour le contaminant potentiel de s'infiltrer dans le sol grâce à une grande perméabilité de ces paramètres. De la même manière, une pente de terrain plus faible, laissera plus de temps à un contaminant de s'infiltrer dans le sol.

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.

La carte d'indice DRASTIC pour l'aquifère régional exploité par le captage de Calumet a été préparée selon la méthodologie suivante : chacun des paramètres a d'abord été spatialisé en format matriciel, ensuite, les mailles de chacune des grilles 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 la United States Environmental Protection Agency (EPA) a ensuite été fait pour compléter la cartographie.

3.3.2. Aquifère régional – Résultats obtenus

À une échelle régionale, la Figure 18 présente une carte de répartition de l'indice DRASTIC pour un maillage de 25 mètres par 25 mètres superposé sur la superficie du territoire modélisé (35 km²).

La carte d'indice DRASTIC pour l'aquifère régional exploité par le captage municipal de Calumet a été préparée selon la méthodologie suivante : chacun des paramètres a d'abord été spatialisé en format matriciel, ensuite, les mailles de chacune des grilles ont été multipliées par leur facteur pondérateur respectif, puis les sept grilles ont été additionnées de façon à obtenir un indice DRASTIC pour chaque maille du fichier matriciel. Un travail de classification par couleur selon la méthodologie décrite dans le document original de l'EPA a ensuite été fait pour compléter la cartographie (Aller *et al*., 1987).

Il est possible d'y observer que l'indice DRASTIC est le plus faible au captage municipal à cause de la forte épaisseur (20 m) de l'horizon argileux (Figure 19). Les environs du captage municipal

s'étendent dans la plaine des Basses-terres du Saint-Laurent, où la couverture argileuse est maximale. Les environs du captage municipal sont naturellement bien protégés contre les activités de surface susceptibles d'être à risque.

Dans les limites de l'aire illustrée à la Figure 18, les indices DRASTIC varient de 34 (valeur min) à 163 (valeur max). L'indice DRASTIC est:

- Établi à une valeur maximale de 65 dans l'aire de protection immédiate (Figure 19), lui conférant une vulnérabilité de niveau « faible » (article 53 du RPEP) ;
- Supérieur à 100 et inférieur à 180 dans les aires de protection intermédiaire bactériologique (Figure 19), intermédiaire virologique et éloignée, leur conférant une vulnérabilité de niveau « moyen » (article 53 du RPEP).

Des observations sur la répartition des indices DRASTIC dans les différentes aires de protection sont présentées au Tableau 2. On constate notamment certaines différences majeures entre les indices DRASTIC contenus dans une même aire de protection. En effet, le nord des aires de protection intermédiaires et éloigné est caractérisé par de petites zones de vulnérabilité moyenne, ce qui leur procure des niveaux de vulnérabilité moyens.

Tableau 2 : Niveaux de vulnérabilité et indices DRASTIC des aires de protection

Nom de l'aire de protection	Plage d'indices DRASTIC	Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus	Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection
Immédiate	56 à 65	Peu de différence dans la répartition des indices dans l'aire de protection, le puits PP-2012 est à un indice de 60 et le puits PP-1976 à 65 (Figure 19).	Faible
Intermédiaire	51 à 105	Les valeurs d'indices DRASTIC sont réparties dans l'aire de protection de façon hétérogène. D'abord, les espaces marqués d'un indice dépassant la valeur DRASTIC 100 sont exclusivement au nord de la route 148. Ces valeurs occupent près de 25 000 m², ce qui compte pour environ 9,0 % de la superficie de l'aire de protection intermédiaire. À l'opposé, la partie au sud de l'aire de protection se retrouvant au-dessus du champ de cultures assurées, a des valeurs DRASTIC oscillant entre 51 et 65 (Figure 19).	Moyen
Éloignée	51 à 138	Une forte corrélation entre la valeur des indices DRASTIC et leur emplacement par rapport aux entités géomorphologiques du terrain est observée. Les valeurs les plus faibles se retrouvent dans les plaines des Basses-terres du Saint-Laurent, tandis que les plus fortes se retrouvent dans les versants du Bouclier canadien. Les valeurs de vulnérabilité moyenne ont une superficie d'un peu plus de 365 000 m², ce qui compte pour environ 28,7 % de la superficie de l'aire de protection éloignée (Figure 19).	Moyen

Niveaux de vulnérabilité selon le RPEP :

- *Faible: un indice égal ou inférieur à 100 sur l'ensemble de l'aire de protection;*
- *Moyen: un indice entre 101 et 179 sur l'ensemble de l'aire de protection;*
- *Élevé: un indice égal ou supérieur à 180 sur une quelconque partie de l'aire de protection.*

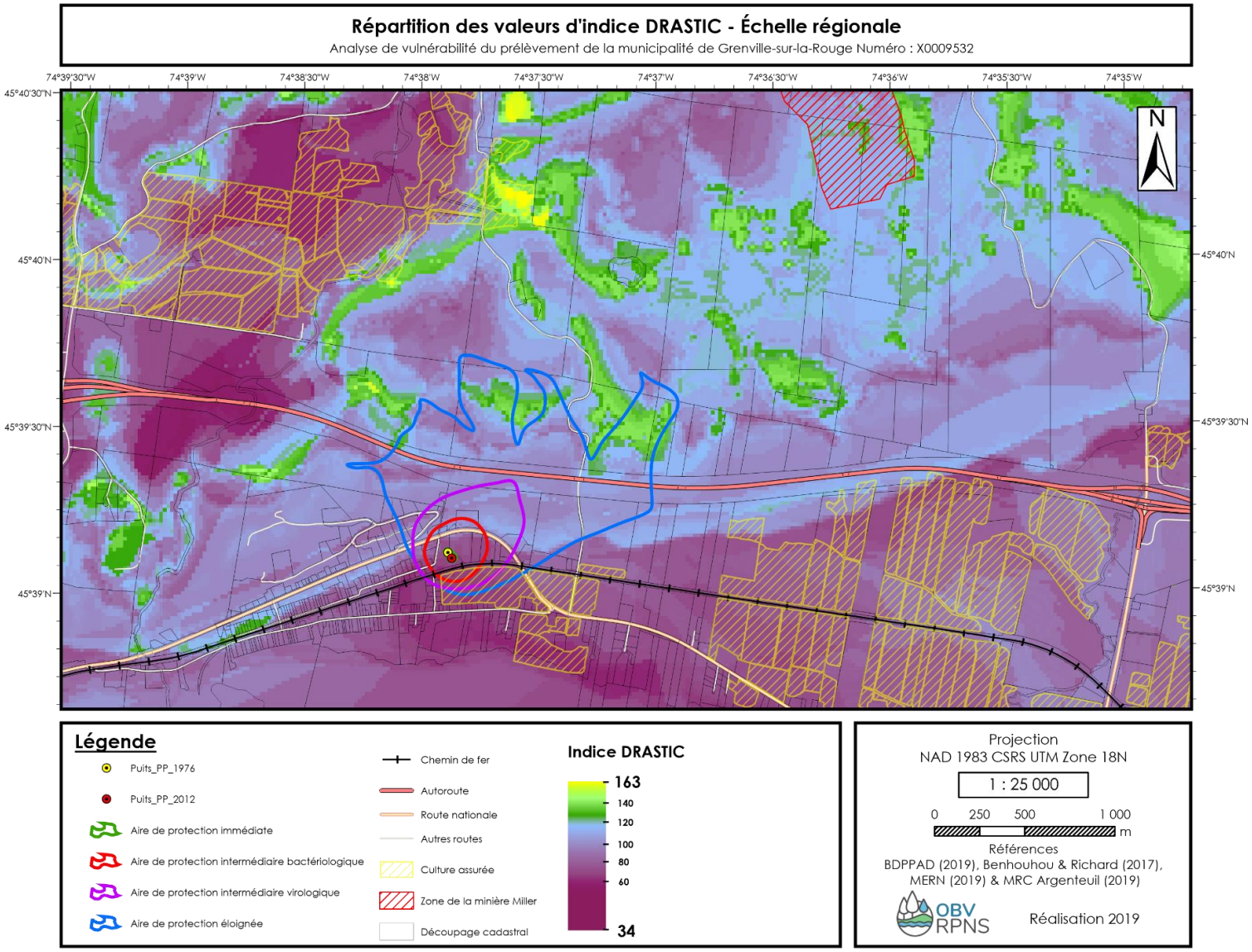

Figure 18 : Répartition des valeurs d'indice DRASTIC – Échelle régionale

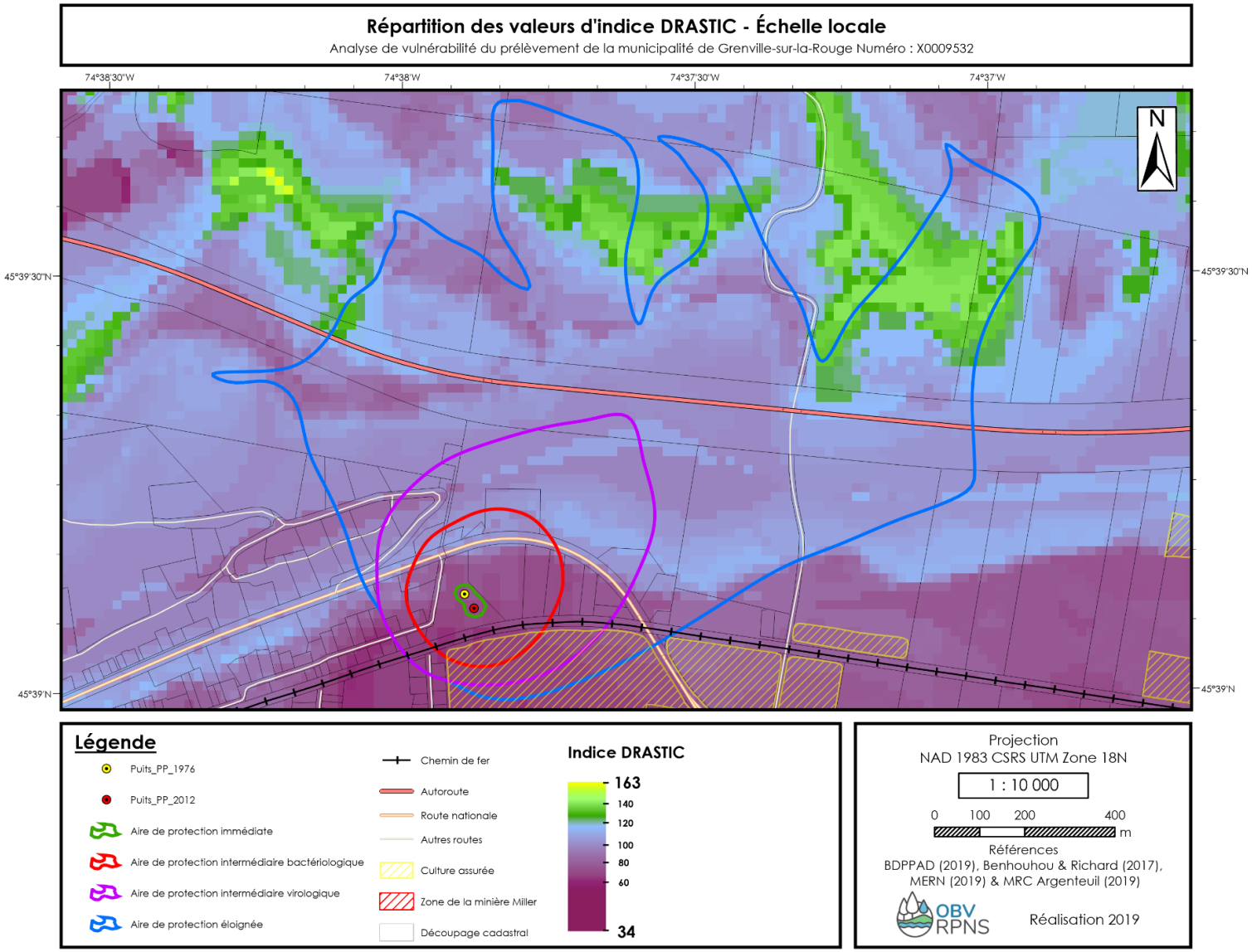

Figure 19 : Répartition des valeurs d'indice DRASTIC – Échelle locale

4. VERS UN PREMIER PLAN DE PROTECTION ET CONSERVATION

Le RPEP, avec son analyse de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable, vient poser les bases d'une stratégie de protection de ces mêmes sources. L'analyse de vulnérabilité représente le premier volet de cette stratégie, les deux seconds volets étant l'élaboration d'un Plan de protection et de conservation et un Plan de mesures d'urgence de la source. Le dévoilement des directives exactes quant à la production de ces plans est prévu pour 2021. Les résultats et les observations de l'analyse de vulnérabilité de la source d'eau potable de Grenville-sur-la-Rouge, remise à la municipalité, permettent de mettre à jour leurs connaissances et d'établir les priorités d'actions à réaliser afin d'atténuer ou d'éliminer les menaces potentielles à la qualité de l'eau. Une série de recommandations a été émise et celles-ci pourront être appliquées avant la mise en place du Plan de protection et de conservation, comme elles pourront y être incluses. Ces recommandations ont pour but de garantir la pérennité de la source d'eau potable de la municipalité de Grenville-sur-la-Rouge.

RÉFÉRENCES

AGIRO. (2020). *Le bassin versant de la rivière Saint-Charles*. https://agiro.org/explorer/le-bassin-versant-de-la-riviere-saint-charles/

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J. H., Petty, R. J., & Hackett, G. (1987). *DRASTIC : A standardized system for evaluating groundwater pollution using hydrogeologic settings.* US Environmental Protection Agency Report, EPA/600/2-87/035, EUA.

Benhouhou, Y., & Richard, D. (2017). *Captage municipal—Aires de protection et vulnérabilité—Rapport d'expertise hydrogéologique (N° 2017-975)*. Hydrophila.

Decelles, A.-M., Ferlatte, M., Tremblay, Y., & Ruiz, J. (2019). *Protéger les sources municipales d'eau souterraine et répondre aux exigences du RPEP. Atelier d'échange de connaissances, cahier du participant.* Réseau québécois sur les eaux souterraines.

Ferlatte, M., Tremblay, Y., Rouleau, A., & Larouche, U. F. (2014). *Notions d'hydrogéologie—Les eaux souterraines pour tous.* Réseau québécois sur les eaux souterraines.

Gouvernement du Canada. (2007, juin 9). *Contamination des eaux souterraines*. https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/eau-apercu/pollution-causes-effects/contamination-souterraines.html

Gouvernement du Québec. *Règlement sur la qualité de l'eau potable : chapitre Q-2, r.40*, à jour au 1er mai 2020, [Québec], Éditeur officiel du Québec. http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/showdoc/cr/Q-2,%20r.%2040

Gouvernement du Québec. *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection : chapitre Q-2, r.35.2*, à jour au 14 juin 2020, [Québec], Éditeur officiel du Québec. http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/cr/Q-2,%20R.%2035.2.pdf

MDDELCC. (2015). Autorisation—Loi sur la qualité de l'environnement (RLRQ, chapitre Q-2, article 32) (N° 7311-15-01-76052-01-401246633).

MELCC. (2001). *Le cycle de l'eau souterraine.* http://www.environnement.gouv.qc.ca/jeunesse/chronique/2001/0110_campagne.htm

MELCC. (2019). *Eaux souterraines.* http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/

MELCC. (2020a). La qualité de l'eau de mon puits. http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/depliant/index.htm

MELCC. (2020b). *Réseaux municipaux de distribution d'eau potable.* http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp

MFFP. (2016). *Modèle d'élévation numérique de terrain dérivé de données LiDAR* - Outaouais [Raster]. https://www.foretouverte.gouv.qc.ca/

MELCC. (2019). *Détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC– Guide technique.* http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/souterraines/drastic/guide.pdf

PACES. (2019). *L'eau souterraine : Une ressource inestimable*. http://paces.uqac.ca/

Pollution Probe. (2004). *The source water protection primer.* http://www.actforcleanwater.ca/media/1043/pollution-probe-source-water-protection-primer-english.pdf

Richard, D., & Benhouhou, Y. (2004). *Alimentation en eau potable—Démarche dans le cadre de l'article 25 du RCES - Rapport de phases 1 et 2 (Projet 2005-587)*. AGEOS.

Richard, D., & Benhouhou, Y. (2013). *Alimentation en eau potable—Puits PP-2012-01 (Nouveau) et 1976 (Actuel droit exercé)—Demande d'autorisation en vertu de l'article 31 du règlement sur le captage des eaux souterraines—Rapport d'expertise hydrogéologique (Projet 2012-808)*.

Shiklomanov, I. A. (1993). World fresh water resources. Dans *Water in Crisis : A Guide to the World's Fresh Water Resources*. P. H. Gleick (Éditeur). Oxford University Press.

SIGES Seine-Normandie. (2020). *Caractéristiques principales des nappes : Les paramètres hydrodynamiques (définitions)*. http://sigessn.brgm.fr/spip.php?article313

RÉFÉRENCES CARTOGRAPHIQUES

BDPPAQ. (2019). Base de données des parcelles et productions agricoles déclarées (BDPPAQ) (La Financière agricole du Québec) [Shapefile].

CPTAQ. (2019). Zone agricole numérique [Shapefile].

MAMH. (2018). Système sur les découpages administratifs du Québec (SDA 20k)—Municipalités et autres territoires [Shapefile].

MDDELCC. (2017). BASSINS HYDROGRAPHIQUES MULTIÉCHELLES DU QUÉBEC [FGDB].

MERN. (2019). Géobase routière—Adresses Québec [FGDB].

MERN, & MELCC. (2018). Géobase du réseau hydrographique du Québec (GRHQ) [FGDB].

MFFP. (2019). Modèle d'élévation numérique—Produit dérivé du LiDAR [Raster].

MRC Argenteuil. (2019). Matrice des propriétés de la MRC d'Argenteuil [Shapefile].

Richard, & Benhouhou. (2017). Cartographie des prélèvements, aires de protection, vulnérabilité DRASTIC et sites contaminés [Shapefile et Raster]. Hydrophila.