

Par courriel (cgenest@stferdinand.ca)

Le 19 octobre 2021

Monsieur Jocelyn Desharnais

Directeur des Travaux publics et des infrastructures

Municipalité de Saint-Ferdinand

375, rue Principale

Saint-Ferdinand (Québec) G0N 1N0

Objet : Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sites de prélèvement d'eau souterraine
à Saint-Ferdinand (X0009227) et délimitation des aires de protection
des sources par équations analytiques
N/Réf. : 05-B0022682.000-6821-GS-R-0001-03

Monsieur,

C'est avec plaisir que nous vous transmettons une copie du rapport d'analyse de la vulnérabilité des sites de prélèvement d'eau souterraine réalisé par notre firme pour la Municipalité de Saint-Ferdinand.

Nous espérons le tout à votre entière satisfaction et demeurons à votre disposition pour tout renseignement additionnel qui pourrait vous être utile.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur Desharnais, nos salutations distinguées.



Damien Le Gall, ing. jr

Hydrogéologue, Chargé de projet

DLG/APE/SB/fn

g:\153\lb-0022682-1_vulnérabilité st-ferdinand\1_livrables\05-b0022682.000-6821-gs-r-0001-03.docx

Municipalité de Saint-Ferdinand

**RAPPORT D'ANALYSE DE LA VULNÉRABILITÉ
DES SITES DE PRÉLÈVEMENT D'EAU SOUTERRAINE
À SAINT-FERDINAND (X0009227)
ET DÉLIMITATION DES AIRES DE
PROTECTION DES SOURCES
PAR ÉQUATIONS ANALYTIQUES**

OCTOBRE 2021

05-B0022682.000-6821-GS-R-0001-03

VERSION FINALE RÉVISÉE



Préparé par :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Le Gall".

Damien Le Gall, ing. Jr.
Hydrogéologue
Chargé de projet

Révisé par :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Annie-Pier Elliott".

Annie-Pier Elliott, M. Sc. A.
Hydrogéologue
Chargée de projet

Approuvé par :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Simon Bouchand".

Simon Bouchand, géo., M. Sc. A.
Hydrogéologue
Chef d'équipe

Résumé

La firme Englobe Corp. (Englobe) a été mandatée par la Municipalité de Saint-Ferdinand dans le but de réviser les aires de protection des sources de surface, ainsi que pour réaliser l'analyse de la vulnérabilité de l'ensemble des prélèvements d'eau potable (sources de surface Laframboise, 4A, 4B et 5; puits Gros Boissonneault et puits du Garage).

L'ensemble de l'étude a été réalisé en suivant les recommandations du « *Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* » du MELCC. Cette étude a notamment pour objectif de répondre aux exigences de l'article 68 du RPEP.

La Municipalité de Saint-Ferdinand alimente sa population en eau potable à partir de deux (2) puits d'alimentation (Gros Boissonneault et du Garage) et de quatre (4) sources de surface (Laframboise, 4A, 4B et 5) permettant de desservir 1 375 personnes. Les deux (2) puits tubulaires profonds (Gros Boissonneault et du Garage) sont utilisés sporadiquement lorsque les sources ne suffisent pas à la demande. Le débit moyen journalier a été évalué à 497 m³/jour en considérant la moyenne des trois (3) mois les plus productifs entre 2015 et 2019.

Les sources de surface et le puits Gros Boissonneault sont localisés à environ 3 km au sud-est du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville), le long de la rue de Larochelle. Les sources sont en fait des excavations qui ont été remplies par du matériel granulaire et captent l'eau souterraine qui circule à l'interface entre le till et le roc altéré de surface. Alors que le puits Gros Boissonneault capte l'eau souterraine qui circule au droit du roc profond.

Le puits du Garage est quant à lui localisé à environ 500 m au sud du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville), le long de la Côte de l'Église. Ce puits capte l'eau souterraine qui circule au droit du roc profond.

L'installation du système de traitement et de distribution est située à environ 650 m au sud du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville) et à 250 m au sud-est du puits du Garage. Le système de traitement consiste à la chloration de l'eau uniquement.

❖ Aires de protection et évaluation de la vulnérabilité

Dans le cadre de ce projet, les aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée des sources (Laframboise, 4a, 4b et 5) ont été réévaluées. Pour ce faire, la méthode par équations analytiques a été choisie par la Municipalité de Saint-Ferdinand, bien que la méthode par modélisation numérique ait été proposée. Rappelons que les aires de protection actuelles des deux (2) puits profonds n'ont pas été révisées.

Pour réévaluer les nouvelles aires de protection, trois (3) puits d'observation ont été construits afin de réaliser un levé piézométrique et des essais de perméabilité.

Les travaux de terrain ont permis de calculer les nouvelles aires de protection des sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) :

- ▶ L'aire de protection immédiate a été définie avec un rayon fixe de 30 m autour de chacune des sources. Les sources 4a et 4b ont une aire commune, car les deux (2) sources sont proches et les sources 5 et Laframboise ont une aire chacune.
- ▶ L'aire de protection intermédiaire bactériologique commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de 0,110 km².
- ▶ L'aire de protection intermédiaire virologique commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de 0,151 km².
- ▶ L'aire de protection éloignée commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de mesure 1,51 km².

L'évaluation de la vulnérabilité a ensuite été effectuée sur les aires de protection nouvellement évaluées pour les sources. L'évaluation de la vulnérabilité a aussi été mise en place pour les puits Gros Boissonneault et du Garage, en utilisant les aires d'alimentation mises en place par Arrakis en 2004.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par les sources dans toutes les aires de captage sont évalués à 150, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits Gros Boissonneault dans toutes les aires de captage sont évalués à 134, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits du Garage dans toutes les aires de captage sont évalués à 120, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

❖ Activités à risques

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate des sources (Laframboise, 4a, 4b et 5), l'activité présentant un risque pour le prélèvement en eau potable est :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès aux sources.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau des sources sont :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès à l'érablière.
- ▶ Les installations septiques liées au secteur résidentiel.
- ▶ Les activités liées à l'entretien des lignes à haute tension.
- ▶ L'agriculture avec l'utilisation de machinerie et de produits fertilisants.

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits Gros Boissonneault, l'activité présentant un risque pour le prélèvement en eau potable est :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès au puits Gros Boissonneault.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau du puits Gros Boissonneault sont :

- ▶ Le transport routier sur les chemins d'accès à l'érablière et aux éoliennes.
- ▶ Les activités liées au parc éolien.
- ▶ Les activités liées à l'entretien des lignes à haute tension.

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits du Garage, les activités présentant un risque pour le prélèvement en eau potable sont :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès au puits du Garage.
- ▶ L'entreposage à l'intérieur du périmètre de protection immédiate.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau du puits du Garage sont :

- ▶ Le transport routier sur les routes de la Côte de l'Église, du rang 6, de la route Vianney et l'application d'abrasifs au niveau de la route 165.
- ▶ Le secteur résidentiel avec des installations septiques individuelles.
- ▶ L'agriculture avec l'utilisation de machinerie et de produits fertilisants.

❖ Événements potentiels

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour les sources sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès, le déversement de produits chimiques dû à l'agriculture, et la présence d'eaux usées au niveau du secteur résidentiel.

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour le puits Gros Boissonneault sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès, les activités liées à la présence d'éoliennes.

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour le puits du Garage sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès dans la zone d'entreposage et les déversements de matières fertilisantes au niveau de la zone agricole.

❖ Affectations du territoire

Les principales affections du territoire à l'intérieur des aires de protection des sources de surface et du puits Gros Boissonneault sont agroforestière, agricole viable et agricole dynamique. Cependant, le niveau d'activité anthropique est faible dans les aires de protection.

Les principales affections du territoire dans les aires de protection du puits du Garage sont industrielle, commerciale et agrotouristique. Cependant, le niveau d'activité anthropique n'est pas très élevé dans les aires de protection de cet ouvrage de captage.

❖ Problèmes avérés

En termes de qualité, l'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée montre l'absence de problème avéré dans le réseau de distribution.

L'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée montre qu'une attention particulière doit être apportée pour les paramètres cuivre, plomb et coliformes totaux. En effet, les analyses ont montré pour le cuivre, lors de quatre (4) analyses, des valeurs comprises entre 20,2 et 53,7 % de la norme applicable, entre 2015 et 2019. Pour le plomb, une concentration de 30 % de la norme applicable a été mesurée en 2015. Enfin, une concentration équivalente à 30 % de la norme applicable a été notée pour les coliformes totaux en 2015.

La cause de la présence de fortes concentrations en cuivre dans l'eau distribuée semble anthropique, de même que pour les fortes concentrations en plomb. En effet, selon Santé Canada, le cuivre et le plomb sont souvent utilisés pour la fabrication et les soudures des conduites d'eau potable. De plus, notons que les concentrations en ces paramètres dans l'eau brute prélevée au puits P-1 en 2004 sont très faibles. Finalement, la cause de la présence de coliformes totaux dans l'eau distribuée en 2015 semble anthropique, due à une mauvaise chloration de l'eau distribuée.

Ainsi, une attention particulière doit être portée en ce qui concerne les concentrations en ces paramètres lors des analyses futures, afin de détecter toute tendance à la hausse.

En termes de quantité, aucune pénurie d'eau n'a été répertoriée.

Les tableaux A4-5 (A, B et C) de l'annexe 7, 8 et 9 présentent l'identification des problèmes avérés et des causes probables pour chaque site de prélèvement.

Voici les principales recommandations au projet :

- ▶ Les localisations des sources posent des problèmes, car celles-ci sont difficilement visibles. La mise en place de panneaux permettrait de mieux voir les différents puits et sources.
- ▶ L'installation d'une couche de matériaux peu perméables à la surface du sol afin de protéger les sources.
- ▶ La mise en place de nouveaux couvercles sur les collecteurs et un rehaussement de la margelle du collecteur C-6 pour protéger le collecteur des arrivées d'eau externes.
- ▶ En vertu de l'article 24 du RPEP, la mise en place d'une collerette de béton d'au moins 5 m de profondeur à partir du sol, qui permet d'assurer un scellement étanche et durable de l'espace annulaire avec un mélange de ciment-bentonite.
- ▶ Le retrait des divers objets (bancs, poubelles, tuyaux et quais) présents dans l'aire de protection du puits du Garage.
- ▶ La fixation du bouchon pour le trop-plein au niveau de l'installation de traitement.
- ▶ Le remplacement des canalisations rouillées ou endommagées.
- ▶ Les aires de protection du puits du Garage et du puits Gros Boissonneault ne respectent pas le RPEP. En effet, les aires de protection actuelles, pour les deux (2) puits, ont été faites sans la mise en place d'un minimum de trois (3) puits d'observation, tel que décrit aux articles 57 et 65 du RPEP. Ainsi, il est recommandé de construire des forages exploratoires afin de réévaluer les aires de protection dans le respect du RPEP.
- ▶ De plus, comme les enjeux de protection sont considérés élevés pour les trois (3) sites de prélèvement, il est recommandé de réévaluer les aires de protection à l'aide de la modélisation numérique pour chacun d'eux.
- ▶ L'agrandissement de la clôture autour des sources et du puits Gros Boissonneault. En effet, celle-ci ne permet pas aujourd'hui d'inclure le périmètre de protection immédiat de 30 m autour de la source 5.

- ▶ L'agrandissement et le respect d'une aire de protection immédiate de 30 m autour du puits du Garage doivent être mis en place pour respecter le RPEP. De plus, l'ensemble des activités d'entreposage réalisées dans cette aire devront être arrêtées.

Il apparaît nécessaire d'instaurer la mise en place d'un registre informatique permettant de répertorier et de compiler les informations suivantes :

- ▶ Les problèmes rencontrés dans l'eau brute ou l'eau distribuée.
- ▶ L'intégrité physique des installations.
- ▶ Le suivi de la qualité de l'eau.
- ▶ Les débits pompés et les niveaux d'eau au droit des puits de pompage.

Également, pour les réseaux desservant moins de 5 000 personnes, il est recommandé de réaliser un suivi biannuel (printemps et automne) pour les substances organiques mentionnées à l'annexe 2 du RQEP, d'autant plus que des activités agricoles sont réalisées dans le secteur du puits et des aires de protection de ce dernier.

Registre des révisions et émissions		
N° de révision	Date	Description
00	2021-03-11	Émission de la version finale
01	2021-03-29	Émission de version finale révisée
02	2021-03-31	Émission de version finale révisée
03	2021-10-19	Émission de version finale révisée

Distribution	
1 copie électronique (PDF) et fichiers Shapefile (.shp)	Monsieur Jocelyn Desharnais (cgenest@stferdinand.ca)

Propriété et confidentialité

« Ce document est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute utilisation du rapport doit prendre en considération l'objet et la portée du mandat en vertu duquel le rapport a été préparé ainsi que les limitations et conditions qui y sont spécifiées et l'état des connaissances scientifiques au moment de l'émission du rapport. Englobe Corp. (Englobe) ne fournit aucune garantie ni ne fait aucune représentation autre que celles expressément contenues dans le rapport.

Ce document est l'œuvre d'Englobe. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Pour plus de certitude, l'utilisation d'extraits du rapport est strictement interdite sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client, le rapport devant être lu et considéré dans sa forme intégrale.

Aucune information contenue dans ce rapport ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du rapport.

Si des essais ont été effectués, les résultats de ces essais ne sont valides que pour l'échantillon décrit dans le présent rapport.

Les sous-traitants d'Englobe qui auraient réalisé des travaux au chantier ou en laboratoire sont dûment évalués selon la procédure relative aux achats de notre système qualité. Pour toute information complémentaire ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec votre chargé de projet. »

Table des matières

1	INTRODUCTION	1
1.1	Mandat	1
1.2	Mise en contexte.....	1
2	DESCRIPTION DES SITES DE PRÉLÈVEMENT ET DE L'INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU POTABLE (X0009227)	2
2.1	Site de prélèvement – Secteur des sources et du puits Gros Boissonneault.....	2
2.1.1	Sources de surface	2
2.1.2	Puits Gros Boissonneault	4
2.2	Site de prélèvement – Secteur du puits du Garage	5
2.3	Problématiques sur les sites de prélèvement d'eau	5
2.4	Installation de production d'eau potable.....	6
2.4.1	Problèmes soulevés pour l'installation de production d'eau potable	7
3	CARACTÉRISTIQUES GÉOLOGIQUES ET HYDROGÉOLOGIQUES DU SECTEUR	8
3.1	Socle rocheux.....	8
3.2	Dépôts meubles.....	8
3.3	Topographie et hydrographie	8
3.4	Hydrogéologie	9
3.4.1	Hydrogéologie du secteur à l'étude	9
3.4.1.1	Sources de surface.....	9
3.4.1.2	Puits de captage.....	9
3.4.2	Hydrogéochimie	10
4	AIRES DE PROTECTION EXISTANTES DES SOURCES DE SURFACE ET DES PUIITS.....	11
4.1	Information existante	11
4.1.1	Sources de surface	11
4.1.2	Puits Gros Boissonneault et du Garage.....	11
4.2	Choix d'analyse	12
5	TRAVAUX DE TERRAIN, SECTEURS DES SOURCES ET DU PUIITS GROS BOISSONNEAULT.....	14
5.1	Résultats des travaux de forage	14
5.1.1	Puits d'observation PO-01-20	14
5.1.2	Puits d'observation PO-02-20	15
5.1.3	Puits d'observation PO-03-20	16
5.2	Arpentage.....	17
5.3	Piézométrie et écoulement souterrain.....	18
5.4	Résultats des essais de perméabilité.....	18

6	AIRES DE PROTECTION DES SOURCES DE SURFACE ET DES PUIITS	20
6.1	Révision des aires de protection des sources de surface.....	20
6.1.1	Aire de protection immédiate	20
6.1.2	Aires de protection intermédiaire et éloignée.....	20
6.2	Aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage	23
7	VULNÉRABILITÉ DES EAUX SOUTERRAINES	24
8	INVENTAIRE DES ÉLÉMENTS SUSCEPTIBLES D'AFECTER LA QUALITÉ OU LA QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES	28
8.1	Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et l'évaluation des menaces qu'elles représentent	28
8.1.1	Sources de surface	28
8.1.2	Puits Gros Boissonneault.....	28
8.1.3	Puits du Garage	29
8.2	Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent	30
8.2.1	Sources de surface	30
8.2.2	Puits Gros Boissonneault.....	30
8.2.3	Puits du Garage	31
8.3	Résultats de l'inventaire des affectations du territoire	31
8.3.1	Secteurs des sources de surface et du puits Gros Boissonneault	31
8.3.2	Puits du Garage	32
9	IDENTIFICATION DES PROBLÈMES AVÉRÉS ET DE LEURS CAUSES PROBABLES	34
10	INFORMATIONS MANQUANTES.....	35
11	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	36
12	RÉFÉRENCES	41

Tableaux

Tableau 1	Localisation des sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5).....	3
Tableau 2	Informations disponibles sur les collecteurs C-1 à C-6.....	3
Tableau 3	Information disponible sur le puits Gros Boissonneault	4
Tableau 4	Informations disponibles sur le puits du Garage	5
Tableau 5	Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-01-20.....	15
Tableau 6	Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-02-20.....	16
Tableau 7	Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-03-20.....	16
Tableau 8	Coordonnées et nivellement des différents ouvrages.....	17
Tableau 9	Piézométrie mesurée au droit des puits d'observation nouvellement aménagés.....	18
Tableau 10	Valeurs de perméabilité calculées	18
Tableau 11	Paramètres d'entrée utilisés et calibrés dans les calculs des aires de protection des sources de surface	21
Tableau 12	Synthèse des aires de protection bactériologique et virologique des sources de surface	22
Tableau 13	Synthèse des aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage	23
Tableau 14	Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour les sources de surface	25
Tableau 15	Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour le puits Gros Boissonneault	26
Tableau 16	Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour le puits du Garage	27

Annexes

Annexe 1	Figures
Annexe 2	Document photographique
Annexe 3	Plan de l'usine de traitement
Annexe 4	Puits d'observation
Annexe 5	Résultats des essais de perméabilité
Annexe 6	Tableaux des sources de surface
Annexe 7	Tableaux du puits Gros Boissonneault
Annexe 8	Tableaux du puits du Garage
Annexe 9	Grille des spécifications des affectations du territoire

1 Introduction

1.1 Mandat

La firme Englobe Corp. (Englobe) a été mandatée par la Municipalité de Saint-Ferdinand dans le but de réviser les aires de protection des sources de surface, ainsi que pour réaliser l'analyse de la vulnérabilité de l'ensemble des prélèvements d'eau potable (sources de surface Laframboise, 4A, 4B et 5 et des puits Gros Boissonneault et du Garage). Les termes régissant le mandat s'appuient sur les offres de service (N/Réf. 2020-P046-0078 et 2020-P153-0304) préparées par Englobe, le 8 avril 2020 et le 1^{er} juillet 2020 et acceptées par madame Chantal Genest, Directrice des Travaux publics et des infrastructures de la Municipalité de Saint-Ferdinand, le 1^{er} juin 2020 et le 3 août 2020.

1.2 Mise en contexte

Le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a adopté une nouvelle réglementation en juillet 2014, concernant la protection de la qualité de l'eau potable. En effet, le « *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP)* » impose aux responsables des prélèvements d'eau souterraine de catégorie 1, de réaliser l'analyse de la vulnérabilité de leur(s) site(s) de prélèvement, de déterminer les aires de protection de chacun du/des site(s) et de valider si des risques de contamination sont présents. Cette étude a notamment pour objectif de répondre à l'article 68 du RPEP.

La Municipalité de Saint-Ferdinand alimente sa population en eau potable à partir de quatre (4) sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) et de deux (2) puits de captage tubulaires (Gros Boissonneault et du Garage) qui desservent plus de 500 personnes. La Municipalité doit donc réaliser une étude de vulnérabilité et instaurer de nouvelles aires de protection pour les sources de surface afin de se conformer au nouveau règlement.

La figure 1 de l'annexe 1 présente la localisation des sources de captage à l'échelle régionale.

2 Description des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable (X0009227)

Les sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) ainsi que le puits Gros Boissonneault de la Municipalité de Saint-Ferdinand sont localisés le long de la route Laroche, à environ 3 km au sud-est du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville). Le puits du Garage est localisé le long de la route de la Côte de l'Église, à environ 500 m au sud du centre urbain du secteur Bernierville. Ces sites sont utilisés pour alimenter la population de Saint-Ferdinand, soit environ 1 375 personnes. Le débit moyen journalier a été évalué à 497 m³/jour en considérant la moyenne des trois (3) mois les plus productifs entre 2015 et 2019. Les données de débit ne permettent pas de distinguer les débits de chacune des sources et des puits, mais seulement le débit d'eau total entrant dans le système de traitement. Notons que la Municipalité de Saint-Ferdinand utilise en priorité l'eau souterraine captée par les sources. Toutefois, quand celles-ci viennent à manquer, les puits Gros Boissonneault et du Garage sont des captages d'appoint, mis en opération pour pallier les besoins en eau potable de la Municipalité.

La figure 1 de l'annexe 1 montre la localisation de ces sites de prélèvement à l'échelle régionale, tandis que les figures 2 et 3 montrent la localisation des différents ouvrages de captage à l'échelle des deux (2) sites de prélèvement.

Un montage photographique des différents ouvrages de captage est disponible à l'annexe 2.

2.1 Site de prélèvement – Secteur des sources et du puits Gros Boissonneault

2.1.1 Sources de surface

Les sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) captent la majorité de l'eau souterraine utilisée par la Municipalité de Saint-Ferdinand. Selon les informations de la Municipalité, les sources sont construites à partir d'excavations remplies par du matériel granulaire où des drains horizontaux sont en place. Ces sources captent l'eau souterraine à quelques mètres de la surface, soit au niveau des sols (till) et du roc superficiel. Enfin, les sources n'ont que très peu de structure visible sur le terrain, avec seulement la mise en place d'un piquet permettant de localiser les sources.

Les schémas et les rapports de construction de ces sources de surface n'ont pas été retrouvés par la Municipalité de Saint-Ferdinand; leur description est basée sur les dires de la Municipalité. La localisation des sources est présentée à la figure 2 de l'annexe 1, et le tableau 1 présente les coordonnées géographiques et l'élévation géodésique de chacune des sources de surface.

Tableau 1 Localisation des sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5)

Source N° d'approvisionnement 12930 X0009227-3	Coordonnées géographiques (MTM zone 7)	Élévation du sol (m)
Laframboise	X : 223 289,83 / Y : 5 104 454,66	321,45
4a	X : 223 196,82 / Y : 5 104 517,61	330,0
4b	X : 223 209,22 / Y : 5 104 528,03	328,56
5	X : 223 198,82 / Y : 5 104 654,94	326,31

L'eau souterraine captée par les sources est ensuite dirigée vers six (6) collecteurs situés entre 10 et 200 m de distance des sources. Cinq (5) de ces collecteurs sont en béton (C-1 à C-5), alors que le dernier est en acier (C-6).

Les collecteurs en béton sont des structures rectangulaires d'environ 0,7 x 1,2 m, dont la profondeur varie de 1,3 à 2 m. Les ouvrages en béton possèdent un couvercle en bois ou en acier. Le collecteur en acier C-6 possède une ouverture à la surface de 0,9 m de diamètre, il est muni d'un couvercle en acier et sa profondeur est de 2,37 m. L'ensemble de ces ouvrages sont à fond ouvert et reposent sur le socle rocheux.

Les schémas et les rapports de construction n'ont pas pu être consultés puisqu'ils n'ont pas été retrouvés par la Municipalité de Saint-Ferdinand. Les informations disponibles sur les collecteurs sont réunies dans le tableau 2. La localisation des collecteurs est disponible à la figure 2 de l'annexe 1.

Tableau 2 Informations disponibles sur les collecteurs C-1 à C-6

Collecteurs	Informations					
	Coordonnées géographiques (MTM zone 7)	Élévation du sol	Hauteur de la margelle P/R au sol	Profondeur du collecteur P/R au sol	Élévation du niveau d'eau P/R au sol (m) *	Type de collecteur / couvercle
C-1	X : 223 321,79 / Y : 5 104 479,10	317,42	0,12	Environ 1,3	316,39	Béton / Bois
C-2	X : 223 301,04 / Y : 5 104 459,36	320,35	0,50	Environ 1,4	319,65	Béton / Acier
C-3	X : 223 300,81 / Y : 5 104 481,95	320,38	0,66	Environ 1,3	320,30	Béton / Bois
C-4	X : 223 294,71 / Y : 5 104 492,26	321,04	0,79	Environ 1,6	320,33	Béton / Bois
C-5	X : 223 299,52 / Y : 5 104 497,07	320,51	0,36	Environ 2,0	319,93	Béton / Bois
C-6	X : 223 314,84 / Y : 5 104 472,90	320,21	0,20	Environ 2,37	319,77	Acier / Acier

* Mesures du 18 novembre 2020.

L'eau contenue dans les collecteurs est ensuite dirigée vers un autre collecteur (Chambre de collecte) où se déverse également l'eau captée par le puits Gros Boissonneault. Cette dernière est localisée à environ 100 m du puits Gros Boissonneault (figure 2).

2.1.2 Puits Gros Boissonneault

Le puits Gros Boissonneault est situé dans le même secteur que les sources de surface et que les collecteurs. Tout comme les sources, les plans et schémas de construction du puits Gros Boissonneault n'ont pas pu être consultés puisqu'ils n'ont pas été retrouvés par la Municipalité de Saint-Ferdinand. L'étude menée par Arrakis en 2004 a montré, à l'aide d'une inspection du puits par géocaméra, que ce dernier exploite un aquifère rocheux fracturé. D'après cette étude, le puits est d'une profondeur de 73,5 m et d'un diamètre de 150 mm (6 po). Le puits possède une margelle de 0,65 m de hauteur et le reste du forage a été laissé en trou nu. Selon les informations disponibles, ce puits n'a pas de collerette de béton malgré la faible épaisseur des sols sur le roc. Les informations disponibles n'ont pas permis de connaître la longueur du tubage protecteur.

Les informations disponibles sur le puits Gros Boissonneault sont réunies dans le tableau 3. La localisation du puits Gros Boissonneault est disponible à la figure 2 de l'annexe 1.

Tableau 3 Information disponible sur le puits Gros Boissonneault

Informations	Puits Gros Boissonneault (X0009227-5)
Coordonnées géographiques approximatives (MTM zone 7)	X : 223 326,06 / Y : 5 104 507,25
N° d'approvisionnement	12906
Élévation du sol	320,44 m
Année d'aménagement	Inconnue
Tubage protecteur en acier	Diamètre nominal : 150 mm Longueur : inconnue
Hauteur de la margelle P/R au sol	0,65 m
Profondeur du puits P/R au sol	73,5 m
Milieu géologique exploité	Roc indifférencié
Élévation de la nappe (profondeur P/R au sol)	Niveau statique : 315,92 m (4,52 m), le 18 novembre 2020 Niveau dynamique (Q = 225 L/min) : 300,48 m (19,96 m), le 1 ^{er} juin 2004

Les puits P-1 et Petit Boissonneault sont aussi présents dans ce secteur. Ces puits ne sont plus exploités par la Municipalité, mais sont encore accessibles. Les schémas de construction de ces puits n'ont pas pu être consultés également puisqu'ils n'ont pas été retrouvés par la Municipalité de Saint-Ferdinand. La localisation des puits P-1 et Petit Boissonneault est disponible à la figure 2 de l'annexe 1.

2.2 Site de prélèvement – Secteur du puits du Garage

Le puits du Garage est situé à environ 500 m du secteur Bernierville de la Municipalité de Saint-Ferdinand. L'étude menée par Arrakis en 2004 a montré, à l'aide d'une inspection du puits par géocaméra, que ce dernier exploite un aquifère rocheux fracturé. D'après cette étude, le puits est d'une profondeur de 86,7 m et d'un diamètre de 150 mm (6 po). Le puits possède une margelle de 0,36 m de hauteur, un tubage protecteur en acier dont la longueur est inconnue et le reste du forage a été laissé en trou nu. Selon les informations disponibles, ce puits n'a pas de collerette de béton, malgré la faible épaisseur des sols sur le roc. Les informations disponibles n'ont pas permis de connaître la longueur du tubage protecteur. En effet, le schéma de construction et le rapport de forage n'ont pas pu être consultés puisqu'ils n'ont pas été retrouvés par la Municipalité de Saint-Ferdinand. Les informations disponibles sur le puits du Garage sont réunies dans le tableau 4. La localisation du puits du Garage est disponible à la figure 3 de l'annexe 1.

Tableau 4 Informations disponibles sur le puits du Garage

Informations	Puits du Garage (X0009227-2)
Coordonnées géographiques approximatives (MTM zone 7)	X : 221 696,34 / Y : 5 107 682,77
N° d'approvisionnement	4333
Élévation du sol	261,59 mètres
Année d'aménagement	Inconnue
Tubage protecteur en acier	Diamètre nominal : 150 mm Longueur : inconnue
Hauteur de la margelle P/R au sol	0,34 m
Profondeur du puits P/R au sol	86,7 m
Milieu géologique exploité	Roc indifférencié
Élévation de la nappe (Profondeur P/R au sol)	Niveau statique : 259,75 m (1,84 m), le 18 novembre 2020 Niveau dynamique (Q = 35 L/min) : 256,36 m (5,23 m), le 9 juin 2004

2.3 Problématiques sur les sites de prélèvement d'eau

Le rapport hydrogéologique d'Arrakis (2004) proposait plusieurs recommandations pour améliorer la protection de l'eau souterraine captée par les ouvrages municipaux. La majorité de ces recommandations sont encore d'actualité. Notons également que la visite du site réalisée le 18 novembre 2020 a également permis de soulever quelques problèmes avérés, soit :

- ▶ Les puits Gros Boissonneault et du Garage ne sont pas aux normes en vertu du RPEP, étant donné l'absence de collerette de béton au droit de ces derniers. Une collerette de béton d'un minimum de 5 m doit donc être installée.
- ▶ Les localisations des sources de surface, des puits et des collecteurs sont difficilement visibles sur le terrain. La mise en place de panneaux indicateurs permettrait de mieux localiser les différentes sources.
- ▶ Tel qu'indiqué dans le RPEP, il est recommandé d'installer une couche de matériaux peu perméables à la surface du sol, afin de le protéger de la contamination potentielle de surface.
- ▶ Il est recommandé d'installer de nouveaux couvercles sur les collecteurs C-1 à C-6, et de rehausser la margelle du collecteur C-6 pour le protéger des arrivées d'eau de ruissellement externes.
- ▶ Le colmatage des puits P-1 et Petit Boissonneault doit être réalisé, car ces puits ne sont plus utilisés depuis plusieurs années.
- ▶ La visite du site de captage du puits du Garage a permis de constater l'entreposage de divers objets dans l'aire de protection immédiate du puits (pièces de mécanique, bancs, bacs de poubelle (neufs), tuyaux des quais, etc.). Selon le RPEP, aucune activité autre que celles liées à l'exploitation du puits n'est autorisée à l'intérieur de l'aire immédiate d'un puits. Ainsi, le retrait des divers objets observés doit être fait à l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits du Garage, afin de respecter les exigences du RPEP.

2.4 Installation de production d'eau potable

L'usine de traitement et de distribution d'eau potable de la Municipalité de Saint-Ferdinand est située à environ 250 m au sud-est du puits du Garage et à une élévation d'environ 274 m. L'usine de production d'eau potable a été construite en 2004. L'eau des sources et du puits Gros Boissonneault est acheminée à l'usine de traitement par écoulement gravitaire, alors que l'eau du puits du Garage y est acheminée à l'aide d'une pompe, lorsqu'utilisée. L'eau brute arrive à l'usine de traitement et la Municipalité ajuste le débit entrant à l'aide d'un trop-plein permettant de limiter l'arrivée d'eau. L'eau est ensuite traitée et envoyée dans les deux (2) réservoirs de la Municipalité. L'eau en surplus partant dans le trop-plein est envoyée dans le système de gestion des eaux pluviales.

Une seule étape de traitement est appliquée entre le prélèvement et la distribution de l'eau, soit la **chloration**. Une fois chlorée, l'eau est dirigée vers les deux (2) réservoirs avant d'être distribuée.

La chloration se fait à l'aide d'une solution chlorée (hypochlorite de sodium) qui est injectée dans la conduite d'alimentation, à partir de deux (2) réservoirs en polyéthylène (volume de 100 litres chacun) à l'aide d'une pompe doseuse. L'eau traitée est stockée temporairement dans deux (2) réservoirs avant sa distribution au système d'alimentation. Ces derniers sont localisés dans un autre bâtiment situé à environ 10 m au nord de l'usine de traitement.

Un instrument de surveillance ABB SM10000 mesure en continu le pH, la température et la concentration de chlore dans l'eau distribuée.

Conséquemment, le seul produit chimique utilisé pour le traitement et qui est stocké dans l'usine est l'**hypochlorite de sodium**. Notons que ce dernier n'est pas entreposé de manière

sécuritaire à l'intérieur de l'usine. En effet, l'hypochlorite de sodium est stocké au-dessus du système de trop-plein, entraînant une contamination en cas d'accident.

Une génératrice est aussi présente dans l'usine de traitement en eau potable en cas de défaillance de système électrique. Cette génératrice présente un problème, car des taches sont visibles sur le sol montrant de possibles fuites de liquide au niveau de la génératrice.

Une photographie de la vue en plan des installations de l'usine est présentée à l'annexe 2.

2.4.1 Problèmes soulevés pour l'installation de production d'eau potable

La visite du site réalisée le 18 novembre 2020 montre que les installations de l'usine de traitement présentent certains problèmes :

- ▶ Le bouchon du trop-plein n'est pas fixé adéquatement, ce qui peut entraîner des débordements, mais aussi l'arrivée de polluants vers le réseau pluvial. Il faudrait donc remplacer le bouchon du trop-plein.
- ▶ L'hypochlorite de sodium est stocké au-dessus du système de trop-plein. En cas d'accident, l'hypochlorite pourrait facilement tomber dans le système de trop-plein et entraîner une contamination. Les risques sont d'autant plus grands, car le bouchon du trop-plein n'est pas fixé correctement.
- ▶ Des canalisations d'eau potable et d'eau brute, à l'intérieur de l'usine, sont rouillées pouvant causer des fuites. Il faudrait remplacer les canalisations endommagées.

3 Caractéristiques géologiques et hydrogéologiques du secteur

3.1 Socle rocheux

Selon la carte de la géologie régionale disponible sur la base de données du SIGÉOM, le socle rocheux, au droit des sites de prélèvement, fait partie de la province géologique des Appalaches. Plus précisément, le socle rocheux est d'origine métamorphique et est composé de schistes de Bennett. Au droit des sites de prélèvement, on retrouve des schistes indifférenciés. Alors qu'au sud et au nord-ouest de ces derniers, on observe des zones composées d'amphibolite, de schiste à chlorite ou de magmatite.

Selon la carte de la géologie structurale disponible sur la base de données du SIGÉOM, la zone d'étude est proche de failles régionales à mouvement inverse. En effet, deux (2) grandes failles orientées sud-ouest / nord-est sont situées dans le secteur du puits du Garage.

La figure 4 de l'annexe 1 présente la géologie du socle rocheux du secteur à l'étude.

3.2 Dépôts meubles

Selon la carte de la géologie du quaternaire disponible sur la base de données du SIGÉOM, les sites de prélèvement sont présents sur un dépôt de till mince et discontinu. Autour des sites de prélèvement, les dépôts sont principalement composés de till en couverture continue. En bordure de la rivière Larochelle et du lac William (secteur est), les sols sont caractérisés par la présence d'alluvions non différenciées. On retrouve également des sédiments organiques et juxtaglaciaires dans le secteur est du lac William. Enfin, au nord-est du site de prélèvement du secteur des sources et du puits Gros Boissonneault, le roc serait à l'affleurement par endroits, à l'exception des alluvions; ces sols sont généralement peu perméables.

La carte des dépôts meubles du secteur à l'étude est présentée à la figure 5 de l'annexe 1.

3.3 Topographie et hydrographie

La Municipalité de Saint-Ferdinand est située sur la rive sud du lac William, à une élévation d'environ 203 m par rapport au niveau de la mer. La topographie du secteur monte graduellement vers le sud pour atteindre une élévation maximale d'environ 506 m.

Pour le site de prélèvement des sources et du puits de Gros Boissonneault, l'élévation moyenne est d'environ 313 m et augmente vers le sud-ouest. Le site de prélèvement se situe à environ 1 km à l'ouest de la rivière Larochelle, et à environ 1,3 km à l'est du ruisseau Cardier. De manière générale, la rivière Larochelle et le ruisseau Cardier s'écoulent du sud vers le nord pour rejoindre la rivière Bécancour qui se jette dans le lac William.

Pour le site de prélèvement du puits du Garage, l'élévation moyenne du terrain est d'environ 260 m et augmente légèrement vers le sud-ouest. Ce site de prélèvement est situé à environ

450 m au sud du lac William. De petits ruisseaux sans noms qui se déversent dans le lac William sont également présents dans le secteur de ce site de prélèvement.

La carte de la topographie et de l'hydrographie du secteur à l'étude est présentée à la figure 6 de l'annexe 1.

3.4 Hydrogéologie

3.4.1 Hydrogéologie du secteur à l'étude

Les sites à l'étude ont été investigués lors d'une expertise hydrogéologique en 2004, par la firme Arrakis (rapport : A312-01A, septembre 2004. Expertise hydrogéologique – Municipalité Saint-Ferdinand).

3.4.1.1 Sources de surface

D'après le rapport de la firme Arrakis, les sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) captent l'eau avec un système de drains horizontaux. L'eau captée circule à la limite entre la couche de till et les premiers décimètres du roc altéré; les sources captent donc un aquifère libre situé à une profondeur comprise entre 2 et 3 m. Dans le cadre de ce rapport, dix (10) tranchées ont été mises en place afin de caractériser les dépôts de till et les premiers centimètres de roc altéré. Selon leurs observations, l'épaisseur du till varie de 0,7 à 2,3 m et est constitué de sable fin avec des traces de silt, de gravier et de blocs. Le till est très dense et pendant l'étude de 2004, aucune venue d'eau notable n'a été observée dans les tranchées.

En dehors du site de prélèvement des sources de surface, il y a très peu de données hydrogéologiques sur cet aquifère libre. Par conséquent, le sens d'écoulement ainsi que le gradient hydraulique de cet aquifère sont mal caractérisés au niveau régional. Pour la mise en place de l'aire d'alimentation des sources en 2004, la firme Arrakis a utilisé une carte topographique du socle faite à partir des tranchées d'exploration réalisées. Cela a permis de calculer un gradient hydraulique de 0,108, ainsi qu'un sens d'écoulement orienté vers le l'est, estimé à partir du relief topographique.

3.4.1.2 Puits de captage

Toujours selon Arrakis (2004), les puits Gros Boissonneault et du Garage captent l'eau au niveau de fractures ouvertes et interconnectées. L'aquifère exploité par ces puits est recouvert par les dépôts de till peu perméables. Pendant cette étude, une géocaméra a été utilisée dans les puits Gros Boissonneault, Petit Boissonneault, P-1 et du Garage afin de vérifier l'intégrité de ces puits, mais aussi pour observer les fractures productrices dans les différents ouvrages de captage. Les puits Petit Boissonneault et P-1 ne sont aujourd'hui plus exploités, mais sont toujours accessibles.

Lors de l'étude menée par Arrakis en 2004, des essais par paliers ont été mis en place sur les puits Gros Boissonneault et du Garage. Les essais avaient pour but de connaître les débits maximaux d'exploitation de ces puits. En fonction des résultats de ces essais, il a été déterminé que les puits Gros Boissonneault et du Garage ont une capacité maximale respective à plus de 225 L/min et 35 L/min.

En dehors des sites de prélèvement des puits Gros Boissonneault et du Garage, il y a très peu de données hydrogéologiques sur cet aquifère fracturé confiné, exploité par ces

ouvrages. Par conséquent, le gradient hydraulique ainsi que le sens d'écoulement de cet aquifère sont mal caractérisés régionalement. Pour la détermination de l'aire d'alimentation des puits Gros Boissonneault et du Garage, la firme Arrakis a estimé le gradient hydraulique local des puits à partir du relief topographique régional. Le gradient ainsi calculé est de 0,09 pour le puits Gros Boissonneault et de 0,12 pour le puits du Garage.

Des essais de pompage longue durée ont aussi été réalisés sur les puits Gros Boissonneault et du Garage, le 4 juin 2004. L'essai pour le puits Gros Boissonneault a été fait avec un débit de 225 L/min pendant 8 515 min (environ 142 heures), tandis que pour le puits du Garage, l'essai a été fait avec un débit de 35,5 L/min pendant 8 595 min (environ 143 heures). Issues de ces travaux, les informations pertinentes suivantes avaient été répertoriées :

- ▶ Pour le puits Gros Boissonneault :
 - La perméabilité (K) du roc fracturé au niveau du puits a été évaluée à 0,29 m/j;
 - La transmissivité (T) du roc fracturé au niveau du puits est de l'ordre de 21 m²/j;
 - Le coefficient d'emmagasinement (S) est de l'ordre de 9,8x10⁻⁵;
 - La capacité spécifique est de 13,8 L/min/m.
- ▶ Pour le puits du Garage :
 - La perméabilité (K) du roc fracturé au niveau du puits a été évaluée à 0,06 m/j;
 - La transmissivité (T) du roc fracturé au niveau du puits est de l'ordre de 6 m²/j;
 - La capacité spécifique est de 10,5 L/min/m.

3.4.2 Hydrogéochimie

Selon les résultats des analyses physicochimiques et bactériologiques réalisées en 2004, lors des essais de pompage longue durée réalisés, l'eau brute captée par le puits du Garage avait des concentrations en nitrate élevées, ce qui semble être lié aux activités agricoles pratiquées en amont du puits. Tous les autres paramètres organiques et inorganiques ont montré le respect des concentrations maximales recommandées par les exigences sur le cadre normatif de la qualité de l'eau potable pour les deux (2) puits. Notons que lors de cette étude, la qualité microbiologique de l'eau captée par le puits Gros Boissonneault n'a pu être qualifiée puisque du chlore avait été injecté dans le puits durant l'essai.

4 Aires de protection existantes des sources de surface et des puits

4.1 Information existante

4.1.1 Sources de surface

Pour l'évaluation des aires de protection des sources de surface, une méthode basée sur la cartographie hydrogéologique a été utilisée (Arrakis, 2004). Les équations analytiques n'ont pas été utilisées, puisque les sources ne sont pas des puits tubulaires permettant de connaître les charges hydrauliques dans l'aquifère, et qu'elles ne sont pas exploitées par pompage, mais de façon gravitaire. Pour ce faire, la topographie du site a été utilisée afin de déduire le sens d'écoulement de l'eau au niveau des sources. Les sources étant très proches les unes des autres, il avait été décidé de mettre en place une seule aire de protection éloignée (aire d'alimentation) pour les quatre (4) sources. Ainsi, l'aire de protection éloignée a été estimée à environ 0,9 km², avec un débit de 454 m³/j et une recharge de 0,18 m/an.

L'aire de protection immédiate des quatre (4) sources a été mise en place avec un rayon de 30 m autour de chacune des celles-ci. Toutefois, la source 5 se situe à moins de 30 m de la clôture qui délimite l'aire immédiate des sources, donc l'aire ne respecte pas le RPEP. Les aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) communes aux sources ont été calculées en utilisant la loi de Darcy, avec des valeurs arbitraires de conductivité hydraulique susceptibles d'être représentatives de l'interface entre le till et le roc. Par ce calcul, les aires bactériologique et virologique ont respectivement été estimées à 120 m et 330 m vers l'ouest des sources. L'aire de protection éloignée des sources a été définie à une distance de 1,8 km vers l'ouest par rapport aux sources.

Pour la mise en place des aires de protection des sources, les valeurs utilisées étaient :

- ▶ Conductivité hydraulique : 1 m/j;
- ▶ Gradient hydraulique : 0,09;
- ▶ Porosité efficace : 15 %.

Ainsi, la délimitation de ces aires de protection ne respecte pas la réglementation en vigueur (RPEP). En effet, le calcul du gradient hydraulique doit être fait à l'aide de trois (3) puits d'observation présents dans le même aquifère. De plus, l'aire de protection immédiate de la source 5 ne respecte pas les exigences du RPEP, car la clôture de protection des sources est située à moins de 30 m de la source 5.

4.1.2 Puits Gros Boissonneault et du Garage

Les aires de protection des puits ont été évaluées par Arrakis en 2004, par une méthode analytique. En effet, pour les puits Gros Boissonneault et du Garage, une méthode basée sur des équations analytiques simples (Todd, 1980) qui prennent en compte le débit d'exploitation, la conductivité hydraulique de l'aquifère, le gradient hydraulique, la porosité de fractures ainsi que l'épaisseur de l'aquifère qui contribue à l'alimentation du puits.

Les aires de protection du puits Gros Boissonneault ont été définies de la manière suivante :

- ▶ L'aire de protection immédiate du puits a été mise en place avec un rayon fixe de 30 m autour du puits. Les aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) ont été estimées aux distances respectives de 150 m et 330 m du puits, en direction ouest. Enfin, l'aire de protection éloignée a été définie à une distance d'environ 2,6 km vers l'ouest du puits.

Les valeurs utilisées pour la délimitation des aires de protection du puits Gros Boissonneault étaient :

- ▶ Épaisseur saturée : 58 m;
- ▶ Conductivité hydraulique : 0,24 m/j;
- ▶ Gradient hydraulique : 0,09;
- ▶ Débit journalier : 324 m³/j;
- ▶ Porosité de fracture : 5 %.

Les aires de protection du puits du Garage ont été définies de la manière suivante :

- ▶ L'aire de protection immédiate du puits a été mise en place avec un rayon fixe de 15 m autour du puits. Les aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) ont été estimées aux distances respectives de 50 m et 110 m du puits, en direction sud-ouest. Enfin, l'aire de protection éloignée a été définie à une distance d'environ 550 m vers le sud-ouest du puits.

Les valeurs utilisées pour la délimitation des aires de protection du puits du Garage étaient :

- ▶ Épaisseur saturée : 69,1 m;
- ▶ Conductivité hydraulique : 0,06 m/j;
- ▶ Gradient hydraulique : 0,12;
- ▶ Débit journalier : 51 m³/j;
- ▶ Porosité de fracture : 5 %.

Ainsi, la mise en place des aires de protection des deux (2) puits présente plusieurs incertitudes. En effet, la méthode par équations analytiques simples n'a pas été développée pour les aquifères fracturés. De plus, l'estimation du gradient hydraulique est basée sur la topographie du roc. Effectivement, d'après le règlement du RPEP, il est précisé que le calcul des aires de protection doit être fait à l'aide de trois (3) puits d'observation, installés dans le même aquifère (articles 57 et 65 du règlement du RPEP), ce qui n'est pas le cas ici. Enfin, pour le puits du Garage, l'aire de protection immédiate est insuffisante; l'aire de protection immédiate doit en effet mesurer au minimum 30 m de rayon pour répondre aux exigences du RPEP.

4.2 Choix d'analyse

D'après le « *Guide de détermination des aires de protection des prélèvements d'eau souterraine et des indices de vulnérabilité DRASTIC* » produit par le MELCC en 2019, les enjeux de protection sont considérés comme étant élevés, par la présence d'activités agricoles dans la zone proche de chacun des sites de prélèvement (sources, puits Gros Boissonneault et puits du Garage). D'après le guide, les enjeux de protection sont élevés si

des activités à risques sont présentes dans les aires de protection présumées. Dans ce cas, il est recommandé de déterminer les aires de protection à l'aide de la modélisation numérique.

Cependant, dans le cadre ce mandat, il a été décidé par la Municipalité de Saint-Ferdinand de recalculer les aires de protection des sources uniquement selon les équations analytiques. Rappelons que les aires de protection des sources mises en place par Arrakis ne respectaient pas les exigences du RPEP.

Il a aussi été recommandé à la Municipalité de construire des puits d'observation et de réévaluer les aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage, puisqu'elles ne respectent pas les exigences du RPEP. Toutefois, ces travaux n'ont pas été réalisés dans le cadre de ce mandat. Ainsi, pour la réalisation de l'analyse de vulnérabilité, il a été décidé de réutiliser les aires de protection calculées par Arrakis en 2004, pour les puits Gros Boissonneault et du Garage.

5 Travaux de terrain, secteurs des sources et du puits Gros Boissonneault

Pour la mise en place des nouvelles aires de protection des sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5), trois (3) puits d'observation aménagés à l'interface entre le till et le roc ont été construits.

Les travaux de forage ont été réalisés les 19 et 20 novembre 2020, avec une foreuse sur chenilles de type Enviro-Track appartenant à la compagnie Forage Comeau, sous la supervision constante d'un surveillant d'Englobe.

Trois (3) puits d'observation (PO-01-20 à PO-03-20) ont été construits dans le cadre de cette étude, les puits ont été placés au nord des sources et à une distance d'environ 300 m les uns des autres. Les puits ont été placés afin de former un triangle et pouvoir caractériser les directions et la valeur du gradient hydraulique de l'aquifère. Les puits d'observation n'englobent pas les sources, car les terrains entourant les sources sont des terrains forestiers difficilement accessibles ne permettant pas la mise en place des forages. Il a donc été décidé de décaler les puits plus au nord. Les trois (3) puits d'observation ont été construits à des profondeurs variant de 4,3 à 5,5 m. Au cours des travaux, des échantillons de sol et de roc ont été prélevés en continu, par tranches de 0,61 m du sommet jusqu'à la base de chaque forage. Les trois (3) forages ont par la suite été aménagés en puits d'observation au moyen d'une crépine et d'un tubage en PVC de 50 mm (2 po) de diamètre nominal. L'espace annulaire autour de la crépine a été comblé par un sable de silice, au-dessus duquel un bouchon de bentonite d'environ 1 m d'épaisseur a été installé.

Par la suite, les trois (3) nouveaux puits d'observation, les sources, les puits (Gros et Petit Boissonneault et P-1) et les collecteurs ont été arpentés le 9 décembre 2020, par l'arpenteur-géomètre monsieur Éric Bujold de la société Ecce Terra. Les coordonnées et les élévations des ouvrages sont présentées à la section 5.7 du présent rapport.

Des essais de perméabilité *in situ* ont aussi été réalisés au droit des puits d'observation nouvellement construits, afin de caractériser la perméabilité de l'aquifère de surface.

La figure 7 de l'annexe 1 présente, entre autres, la localisation des nouveaux puits d'observation.

5.1 Résultats des travaux de forage

5.1.1 Puits d'observation PO-01-20

La stratigraphie générale rencontrée à l'endroit du forage PO-01-20 est interprétée comme suit :

- ▶ 0,00 – 0,13 m : Sol organique
- ▶ 0,13 – 1,22 m : Till (silt sableux fin à grossier brun avec des traces de gravier)
- ▶ 1,22 - 4,30 m : Roc sain (schiste)

Les caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-01-20 sont présentées au tableau 5 suivant.

Tableau 5 Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-01-20

Composante ou caractéristique	Puits PO-01-20	
Profondeur totale par rapport au sol	4,3 m	
Tubage de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Tubage plein : 0,00 à 1,19 m de profondeur	Longueur : 1,19 m
Crépine de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Crépine : 1,19 à 4,245 m de profondeur	Longueur : 3,05 m
Tubage protecteur hors-sol	0,845 m	
Élévation du niveau naturel de l'eau p/r au sol en date du 20 novembre 2020	327,5 m	

La crépine a été installée entre 1,19 et 4,245 m de profondeur, soit à une élévation comprise entre 329,52 et 326,46 m.

En date du 20 novembre 2020, le niveau d'eau dans le puits d'observation était de 3,21 m de profondeur par rapport au sol, soit à 327,5 m d'élévation.

Le forage PO-01-20 montre que l'aquifère situé à la limite entre le till et le roc altéré, exploité par les sources de la Municipalité, a été intercepté.

Le schéma d'aménagement du puits d'observation PO-01-20 et la stratigraphie observée lors du forage sont présentés à l'annexe 4.

5.1.2 Puits d'observation PO-02-20

La stratigraphie générale rencontrée à l'endroit du forage PO-02-20 est interprétée comme suit :

- ▶ 0,00 – 0,15 m : Sol organique
- ▶ 0,15 – 2,59 m : Till (silt sableux fin avec traces de gravier)
- ▶ 2,59 – 3,50 m : Blocs
- ▶ 3,50 – 4,20 m : Roc fracturé
- ▶ 4,20 – 5,50 m : Roc sain (schiste)

Les caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-02-20 sont présentées au tableau 6 suivant.

Tableau 6 Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-02-20

Composante ou caractéristique	Puits PO-02-20	
Profondeur totale par rapport au sol	5,5 m	
Tubage de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Tubage plein : 0,00 à 3,96 m de profondeur	Longueur : 3,96 m
Crépine de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Crépine : 3,96 à 5,45 m de profondeur	Longueur : 1,49 m
Tubage protecteur hors-sol	0,965 m	
Élévation du niveau naturel de l'eau p/r au sol en date du 20 novembre 2020	356,405 m	

La crépine a été installée entre 3,93 et 5,45 m de profondeur, soit à une élévation comprise entre 356,91 et 355,39 m.

En date du 20 novembre 2020, le niveau d'eau dans le puits d'observation était de 4,435 m de profondeur par rapport au sol, soit à 356,405 m d'élévation.

Le forage PO-02-20 montre que l'aquifère situé à la limite entre le till et le roc altéré, exploité par les sources de la Municipalité, a été intercepté.

Le schéma d'aménagement du puits d'observation PO-02-20 et la stratigraphie observée lors du forage sont présentés à l'annexe 4.

5.1.3 Puits d'observation PO-03-20

La stratigraphie générale rencontrée à l'endroit du forage PO-03-20 est interprétée comme suit :

- ▶ 0,00 – 0,15 m : Sol organique
- ▶ 0,15 – 4,00 m : Till (silt sableux fin à grossier avec traces de gravier)
- ▶ 4,00 – 4,50 m : Roc sain (schiste)

Les caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-03-20 sont présentées au tableau 7 suivant.

Tableau 7 Caractéristiques et propriétés du puits d'observation PO-03-20

Composante ou caractéristique	Puits PO-03-20	
Profondeur totale par rapport au sol	4,5 m	
Tubage de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Tubage plein : 0,00 à 2,91 m de profondeur	Longueur : 2,91 m
Crépine de PVC (50,8 mm (2 po) de diamètre)	Crépine : 2,91 à 4,43 m de profondeur	Longueur : 1,52 m
Tubage protecteur hors-sol	1,00 m	
Élévation du niveau naturel de l'eau p/r au sol en date du 20 novembre 2020	313,16 m	

La crépine a été installée entre 2,91 et 4,43 m de profondeur, soit à une élévation comprise entre 313,76 et 312,24 m.

En date du 20 novembre 2020, le niveau d'eau dans le puits d'observation était de 3,505 m de profondeur par rapport au sol, soit à 313,16 m d'élévation.

Le forage PO-03-20 montre que l'aquifère situé à la limite entre le till et le roc altéré, exploité par les sources de la Municipalité, a été intercepté.

Le schéma d'aménagement du puits d'observation PO-03-20 et la stratigraphie observée lors du forage sont présentés à l'annexe 4.

5.2 Arpentage

L'ensemble des puits d'observation, des sources, des collecteurs et des puits ont été arpentés et nivelés le 9 décembre 2020, par l'arpenteur-géomètre monsieur Éric Bujold. Le tableau 8 ci-dessous présente la liste des points arpentés pendant la campagne.

Tableau 8 Coordonnées et nivellement des différents ouvrages

Nom des ouvrages	Coordonnées MTM zone 7		Élévation du sol (m)	Élévation de la margelle (m)
	X	Y		
PO-01-20	223 181,2164	5 104 625,3635	330,71	331,75
PO-02-20	222 879,1124	5 104 718,4799	360,84	360,89
PO-03-20	223 253,5574	5 104 792,0781	316,67	317,61
Puits Gros Boissonneault	223 326,0649	5 104 472,2523	317,30	317,97
Puits Petit Boissonneault	223 304,3162	5 104 507,0492	320,44	321,03
Puits du Garage	221 696,3359	5 107 682,7737	261,59	261,93
P-1	223 323,2865	5 104 566,7429	315,22	316,01
Collecteur C-1	223 321,7924	5 104 479,1039	317,42	318,23
Collecteur C-2	223 301,0429	5 104 459,3637	320,35	320,85
Collecteur C-3	223 300,8159	5 104 481,9500	320,38	321,04
Collecteur C-4	223 294,7172	5 104 492,2566	321,04	321,82
Collecteur C-5	223 299,5237	5 104 497,0710	320,51	320,87
Collecteur C-6	223 314,8364	5 104 472,8968	320,21	320,41
Source Laframboise	223 289,8300	5 104 454,6584	321,45	322,47
Source 4a	223 196,8150	5 104 517,6138	330,00	S. O.
Source 4b	223 209,2244	5 104 528,0347	328,56	S. O.
Source 5	223 198,8195	5 104 654,9430	326,31	S. O.

S. O. : Sans objet.

5.3 Piézométrie et écoulement souterrain

Un relevé piézométrique a été effectué, le 20 novembre 2020, sur les puits d'observation nouvellement construits. Tel que montré au tableau 9, le niveau de l'eau souterraine a été intercepté à une profondeur qui varie entre 3,21 et 4,43 m, à partir de la surface du sol.

Tableau 9 Piézométrie mesurée au droit des puits d'observation nouvellement aménagés

Puits d'observation	Profondeur de la nappe P/R au sol (m) 20 novembre 2020	Élévation de l'eau souterraine P/R au sol (m) 20 novembre 2020
PO-01-20	3,21	327,50
PO-02-20	4,43	356,40
PO-03-20	3,50	313,16

Une carte piézométrique, illustrant l'écoulement de l'eau souterraine présente entre la couche de till et de roc altéré, a été réalisée avec le relevé piézométrique du 20 novembre 2020. Selon les mesures piézométriques relevées, l'eau souterraine s'écoulerait du sud-ouest vers le nord-est comme pour le puits Gros Boissonneault. Le gradient hydraulique horizontal moyen calculé est de 0,11 (11 %). Ce gradient est cohérent avec celui présenté dans le rapport d'Arrakis de 2004; le gradient hydraulique avait été estimé à 0,108 (10,8 %).

L'écoulement souterrain au niveau du till et de la surface du roc est présenté à la figure 7 de l'annexe 1.

5.4 Résultats des essais de perméabilité

Des essais de perméabilité ont été réalisés aux puits d'observation PO-01-20, PO-02-20 et PO-03-20, afin d'évaluer la conductivité hydraulique de l'unité hydrostratigraphique considérée (limite entre le till et le roc altéré). Les essais à charge hydraulique descendante réalisés dans les puits ont été interprétés par la méthode de Hvorslev (1951), développée pour l'interprétation des nappes libres ou confinées. Les données recueillies lors de cet essai ainsi que l'interprétation de celles-ci, réalisées à l'aide du logiciel Aquifer Test (version 8), sont présentées à l'annexe 5.

Les résultats des essais de perméabilité sont présentés dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 10 Valeurs de perméabilité calculées

Puits d'observation	Valeur de perméabilité
PO-01-20	$4,59 \times 10^{-6}$ m/sec
PO-02-20	$3,38 \times 10^{-4}$ m/sec
PO-03-20	$1,08 \times 10^{-7}$ m/sec

Les résultats des essais de perméabilité réalisés sur les puits d'observation PO-01-20 et PO-03-20 sont cohérents avec la lithologie de l'aquifère. La valeur de perméabilité calculée au puits PO-02-20 est plus élevée que celles calculées aux deux (2) autres puits d'observation testés. Cette différence est due à la forte altération du roc au droit de ce forage, qui augmente considérablement la perméabilité du roc localement. En effet, le roc rencontré au droit du puits PO-02-20 était plus altéré qu'au droit des autres forages réalisés. Notons que cette valeur de perméabilité ne sera pas utilisée pour le calcul des aires de protection. En effet, pour la délimitation des aires de protection des sources, la perméabilité moyenne (moyenne géométrique) des puits PO-01-20 et PO-03-20 sera utilisée, soit une valeur de $2,51 \times 10^{-6}$ m/sec.

6 Aires de protection des sources de surface et des puits

Les aires de protection des sources de surface ont été révisées à partir des équations analytiques, alors que les aires de protection des puits (Gros Boissonneault et du Garage) n'ont pas été révisées.

6.1 Révision des aires de protection des sources de surface

6.1.1 Aire de protection immédiate

Tel que décrit à l'article 54 de la section II du RPEP, les limites d'une aire de protection immédiate sont fixées dans un rayon de 30 m autour de chaque site de prélèvement. Étant donné la proximité des sources 4a et 4b, une seule aire de protection immédiate a été délimitée en additionnant les aires immédiates des deux (2) sources.

6.1.2 Aires de protection intermédiaire et éloignée

Les aires de protection intermédiaire et éloignée ont été calculées en utilisant des méthodes analytiques, soient celles de Bear et Jacobs (1965) et de Grubb (1993). L'utilisation des méthodes analytiques est recommandée lorsque les enjeux de protection sont faibles, que le système hydrogéologique est simple et que le gradient hydraulique horizontal est important.

L'aquifère présent entre le till et le roc altéré est une nappe libre qui est très étendue et continue selon l'interprétation de la géologie du secteur.

Notons que les quatre (4) sources ont été modélisées comme étant une seule source pour respecter les exigences des calculs analytiques. Cela est justifiable étant donné la proximité des sources. Les paramètres A, L et B évalués à partir de l'équation de Grubb (1993), permettent de délimiter les aires d'alimentation pour un puits exploitant un aquifère à nappe libre. L'estimation des paramètres A, B, et L s'effectue à l'aide des relations analytiques suivantes :

$$A = \frac{Q\Delta l}{\pi K(h_1^2 - h_2^2)} \quad L = \frac{2Q\Delta l}{K(h_1^2 - h_2^2)} \quad B = \frac{L}{2}$$

Où :

- A : Distance entre le puits de pompage et la limite aval de l'aire d'alimentation (m);
- B : Largeur de la zone d'alimentation au droit du puits (m);
- L : Largeur maximale de l'aire d'alimentation en amont hydraulique (m);
- Δl : Distance entre deux (2) points de mesure de charge hydraulique (m);
- h_1 : Hauteur de la charge hydraulique par rapport à la base de l'aquifère au premier point de mesure (m);

- h_2 : Hauteur de la charge hydraulique par rapport à la base de l'aquifère au deuxième point de mesure (m);
 K : Conductivité hydraulique (m/jour);
 Q : Débit de pompage ($m^3/jour$).

Les aires de protection bactériologique et virologique appartiennent à l'aire d'alimentation. Leurs limites dans l'aire d'alimentation correspondent au temps de transport de l'eau souterraine. Il s'agit d'évaluer, pour une période donnée, la distance qu'une particule d'eau présente dans l'aquifère doit parcourir pour atteindre l'installation du prélèvement. L'aire de protection bactériologique correspond à un temps de 200 jours et moins, alors que l'aire de protection virologique correspond à 550 jours et moins. L'estimation des temps de transport selon la méthode développée par Bear et Jacobs (1965) s'effectue à l'aide de l'équation suivante :

$$t = \frac{n_e d \Delta l}{K(h_1 - h_2)} - \left[\frac{Q n_e \Delta l^2}{\pi(h_1 + h_2)[K(h_1 - h_2)]^2} \times \ln \left[1 + \frac{\pi K d (h_1^2 - h_2^2)}{Q \Delta l} \right] \right]$$

Où :

- n_e : Porosité efficace;
 d : Distance recherchée en amont du puits (m);
 t : Temps de transfert (jours).

Les valeurs utilisées pour les paramètres des méthodes de Grubb (1965) et Bear et Jacobs (1965) sont présentées au tableau 11 ci-dessous. Notons que les valeurs du gradient hydraulique horizontal (i) et l'épaisseur saturée sont utilisées pour extrapoler les valeurs de h_1 , h_2 , et Δl dans le calcul des aires de protection.

Tableau 11 Paramètres d'entrée utilisés et calibrés dans les calculs des aires de protection des sources de surface

Donnée	Valeur retenue	Variabilité	Incertitude	Source
Q : Débit de pompage ($m^3/jour$)	497 (Moyenne des trois (3) mois de production les plus intenses)	263 à 550 (Moyenne mensuelle)	Faible	Municipalité de Saint-Ferdinand : rapports journaliers d'opération de l'usine de production d'eau potable de 2015 à 2019.
K : Conductivité hydraulique moyenne (m/s)	$2,51 \times 10^{-6}$	$5,53 \times 10^{-6}$ à $8,05 \times 10^{-6}$	Faible	Essais de perméabilité réalisés sur deux (2) puits d'observation.
n_e : Porosité efficace %	0,15	0,01 à 5	Moyen	Théorique (<i>Physical and Chemical hydrogeology</i> , 1998).
i : Gradient hydraulique horizontal (m/m)	0,11	0,11	Faible	Mesures de la charge hydraulique prises sur le terrain.
b : Épaisseur saturée (m)	2	1,5 à 2,5	Moyen	Rapports de forage de 2020 et suivi piézométrique sur trois (3) puits d'observation.

Notons que le débit de pompage utilisé pour le calcul des aires de protection est supérieur au débit réel des sources. En effet, la Municipalité de Saint-Ferdinand utilise en priorité l'eau

souterraine captée par les sources. Toutefois, quand celles-ci viennent à manquer, les puits Gros Boissonneault et du Garage sont mis en opération pour pallier les besoins en eau potable de la Municipalité. La Municipalité ne calcule les débits qu'au niveau de l'installation de traitement (débit d'eau entrant dans le système de traitement). Les données de débit ne permettent pas de distinguer les débits des sources de ceux des puits, mais seulement le débit d'eau total des sources et des puits entrant dans le système de traitement. Comme la Municipalité utilise en priorité l'eau des sources, il a été décidé de prendre le débit total comme le débit produit par ces dernières.

L'aire de protection éloignée correspond à l'aire d'alimentation complète du prélèvement, soit la superficie du terrain au sein duquel les eaux souterraines y circulant vont arriver tôt ou tard au site de prélèvement. Il s'agit essentiellement d'une prolongation des aires intermédiaires avec un temps de transport vers l'infini.

Lors de l'utilisation de l'approche par équations analytiques, la limite amont de l'aire d'alimentation est établie à la ligne de partage des eaux souterraines. En nappe libre, la topographie générale de la surface du sol peut être utilisée pour approximer les limites de l'écoulement de l'eau souterraine. Les limites des bassins versants du secteur à l'étude ont donc été utilisées pour définir la ligne de partage des eaux souterraines. La limite amont de l'aire de protection éloignée correspond donc à la limite de partage des eaux situées à environ 1,8 km au sud-ouest des sources.

Les aires de protection ont été calculées pour chaque source indépendamment, mais celles-ci ont ensuite été additionnées afin de former des aires communes pour l'ensemble des sources. Les aires de protection ainsi calculées par les équations analytiques sont présentées à la figure 8 de l'annexe 1. Les informations sur les périmètres de protection biologique, virologique et éloigné sont synthétisées dans le tableau 12 suivant, qui résume également l'inventaire des activités dans ces périmètres.

Tableau 12 Synthèse des aires de protection bactériologique et virologique des sources de surface

Aire	Description	Sources : Laframboise, 4a, 4b, 5
Bactériologique	Surface	0,161 km ²
	Occupation du territoire	- Chemin d'accès - Boisé - Aire de protection immédiate des sources et du puits Gros Boissonneault - Secteur résidentiel
Virologique	Surface	0,248 km ² (incluant 0,161 km ² de l'aire de protection bactériologique)
	Occupation du territoire	- Chemin d'accès - Boisé - Aire de protection immédiate des puits - Érablière - Ligne de transmission Hydro-Québec - Secteur résidentiel
Éloignée	Surface	1,41 km ² (incluant 0,248 km ² des aires de protection intermédiaire et immédiate)
	Occupation du territoire	- Chemin d'accès - Boisé - Aires de protection immédiate et intermédiaire des sources et du puits Gros Boissonneault

6.2 Aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage

Les aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage sont issues du rapport d'Arrakis de 2004.

Le tableau 13 suivant présente les dimensions de chacune des aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage.

Tableau 13 Synthèse des aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage

Puits étudié	Aire	Surface
Puits Gros Boissonneault	Immédiate	0,0014 km ²
	Bactériologique	0,044 km ²
	Virologique	0,110 km ²
	Éloignée	0,792 km ²
Puits du Garage	Immédiate	0,0028 km ²
	Bactériologique	0,003 km ²
	Virologique	0,008 km ²
	Éloignée	0,058 km ²

Les aires de protection des puits Gros Boissonneault et du Garage sont présentées aux figures 9 et 10 de l'annexe 1 respectivement.

7 Vulnérabilité des eaux souterraines

Conformément à l'article 53 du RPEP, le niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines pour les sources, le puits Gros Boissonneault et le puits du Garage a été évalué selon la méthode DRASTIC.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par les sources dans toutes les aires de captage sont évalués à 150, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens. Cet indice DRASTIC est commun à l'ensemble des aires, car les formations géologiques et les paramètres de l'aquifère sont homogènes, au vu des informations disponibles.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits Gros Boissonneault dans toutes les aires de captage sont évalués à 134, soit à un niveau de vulnérabilité moyen. Cet indice DRASTIC est commun à l'ensemble des aires, car les formations géologiques et les paramètres de l'aquifère sont homogènes au vu des informations disponibles.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits du Garage dans toutes les aires de captage sont évalués à 120, soit à un niveau de vulnérabilité moyen. Cet indice DRASTIC est commun à l'ensemble des aires, car les formations géologiques et les paramètres de l'aquifère sont homogènes au vu des informations disponibles.

Le tableau A4-1 de l'annexe 7 présente les niveaux de vulnérabilité des aires de protection des ouvrages de captage.

Les tableaux 14, 15 et 16 suivants présentent les résultats des indices DRASTIC et les valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul.

Les figures 11 et 12 suivantes présentent les zones DRASTIC pour les sources et les puits Gros Boissonneault et du Garage.

Tableau 14 Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour les sources de surface

Paramètre DRASTIC	Valeurs ou description retenue	Cote retenue	Variabilité	Incertitude sur la cote	Source	Poids	Indice (c x p)
D : Profondeur de la nappe (m)	2 à 5	9	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 et travaux de terrain de 2020	5	45
R : Recharge annuelle (mm/an)	180	8	Faible	Moyen	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	4	32
A : Milieu aquifère	Till et roche métamorphique altérée	5	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 et travaux de terrain de 2020	3	15
S : Type de sol	Sol mince	10	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 et travaux de terrain de 2020	2	20
T : Pente du terrain	6 à 12 %	5	Faible	Faible	Google Earth Pro	1	5
I : Impact de la zone vadose	Sable et silt	6	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 et travaux de terrain de 2020	5	30
C : Conductivité hydraulique (m/jour)	0,56	1	Moyenne	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 et essais de perméabilité	3	3
Indices DRASTIC					Aires immédiate, intermédiaire et éloignée	150 (Moyen)	

Tableau 15 Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour le puits Gros Boissonneault

Paramètre DRASTIC	Valeurs ou description retenue	Cote retenue	Variabilité	Incertitude sur la cote	Source	Poids	Indice (c x p)
D : Profondeur de la nappe (m)	1,5 à 4,5 m	9	Faible	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	5	45
R : Recharge annuelle (mm/an)	180	8	Faible	Moyen	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	4	32
A : Milieu aquifère	Roche métamorphique altérée	3	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	3	9
S : Type de sol	Sol mince	10	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004 Et travaux de terrain 2020	2	20
T : Pente du terrain	6 à 12 %	5	Faible	Faible	Google Earth Pro	1	5
I : Impact de la zone vadose	Roche métamorphique	4	Forte	Moyen	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	5	20
C : Conductivité hydraulique (m/jour)	0,09	1	Moyenne	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	3	3
Indices DRASTIC					Aires immédiate, intermédiaire et éloignée	134 (Moyen)	

Tableau 16 Résultats des indices DRASTIC et valeurs des paramètres d'entrée utilisés dans le calcul pour le puits du Garage

Paramètre DRASTIC	Valeurs ou description retenue	Cote retenue	Variabilité	Incertitude sur la cote	Source	Poids	Indice (c x p)
D : Profondeur de la nappe (m)	1,5 à 4,5 m	9	Faible	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	5	45
R : Recharge annuelle (mm/an)	180	8	Faible	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	4	28
A : Milieu aquifère	Roche métamorphique altérée	3	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	3	9
S : Type de sol	Sol mince	6	Faible	Faible	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	2	12
T : Pente du terrain	12 à 18 %	3	Faible	Faible	Google Earth Pro	1	3
I : Impact de la zone vadose	Roche métamorphique	4	Forte	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	5	20
C : Conductivité hydraulique (m/jour)	0,12	1	Moyenne	Moyenne	Rapport hydrogéologique d'Arrakis 2004	3	3
Indices DRASTIC					Aires immédiate, intermédiaire et éloignée	120 (Moyen)	

8 Inventaire des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées

Cette section présente l'inventaire des éléments susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité d'eau souterraine exploitée par la Municipalité de Saint-Ferdinand.

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

8.1.1 Sources de surface

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate des sources, les activités présentant des risques de contamination sont :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès aux sources de surface et au puits Gros Boissonneault. Le potentiel de risque est considéré moyen. Le chemin d'accès est peu utilisé (1fois/mois environ) et seulement par des employés municipaux pour se rendre aux sources et au puits Gros Boissonneault.

À l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique), les activités présentant des risques de contamination sont :

- ▶ Le secteur résidentiel avec la présence d'installations septiques. Le potentiel de risque est considéré élevé. Le secteur résidentiel est seulement composé de quelques résidences secondaires peu utilisées.
- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès à l'érablière. Le potentiel de risque est considéré faible.

À l'intérieur de l'aire de protection éloignée, les activités présentant des risques de contamination sont :

- ▶ L'agriculture associée à l'utilisation de machinerie et à l'utilisation de produits fertilisants. Le potentiel de risque est considéré moyen. Les activités agricoles sont situées en limite de l'aire de protection éloignée.
- ▶ Les activités liées à la présence de lignes à haute tension. Le potentiel de risque est considéré faible.

Le tableau A4-2 A de l'annexe 6 présente les résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent au niveau des sources de surface.

8.1.2 Puits Gros Boissonneault

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits Gros Boissonneault. Les activités présentant des risques de contamination sont :

- Le transport routier sur le chemin d'accès au puits Gros Boissonneault et des sources de surface. Le potentiel de risque est considéré moyen. Le chemin d'accès est peu utilisé (1fois/mois environ) et seulement par des employés municipaux pour se rendre aux sources et au puits Gros Boissonneault.

À l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique), les activités présentant des risques de contamination sont :

- Le transport routier sur les chemins d'accès à l'érablière. Le potentiel de risque est considéré faible.

À l'intérieur de l'aire de protection éloignée, les activités présentant des risques de contamination sont :

- Les activités liées au parc éolien. Le potentiel de risque est considéré faible.
- Les activités liées à la présence de lignes à haute tension. Le potentiel de risque est considéré faible.
- Le transport routier sur le chemin d'accès au parc éolien et sur le chemin privé. Le potentiel de risque est considéré très faible.

Le tableau A4-2 B de l'annexe 7 présente les résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent au niveau du puits Gros Boissonneault

8.1.3 Puits du Garage

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits du Garage, les activités présentant des risques de contamination sont :

- L'entreposage de divers objets dans le périmètre de protection. Le potentiel de risque est considéré très élevé.
- Le transport routier sur le chemin d'accès au puits. Le potentiel de risque est considéré moyen.

À l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique), l'activité présentant des risques de contamination est :

- Le transport routier et l'application d'abrasifs sur la route 165. Le potentiel de risque est considéré moyen.

À l'intérieur de l'aire de protection éloignée, les activités présentant des risques de contamination sont :

- L'arboriculture de sapin associée à l'utilisation de machinerie et à l'utilisation de produits pesticides et d'herbicides. Le potentiel de risque est considéré élevé.
- Le transport routier sur les routes (rang 6 et route Vianney). Le potentiel de risque est considéré moyen.

Le tableau A4-2 C de l'annexe 8 présente les résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent au niveau du puits du Garage.

Les figures 8 à 10 de l'annexe 1 présentent la localisation des activités anthropiques à risque réalisées au droit des aires de protection des sources et des puits.

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

8.2.1 Sources de surface

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection immédiate des sources sont :

- Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers sur le chemin d'accès au puits Gros Boissonneault et aux sources. Le potentiel de risque est considéré faible.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) sont :

- Le déversement accidentel d'eaux usées au niveau du secteur résidentiel. Le potentiel de risque est moyen. Le secteur résidentiel est seulement composé de quelques résidences secondaires peu utilisées.
- Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers au niveau du chemin d'accès à l'érablière. Le potentiel de risque est considéré très faible.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection éloignée :

- Le déversement accidentel de pesticides, d'herbicides, de nitrates/nitrites et de matières fertilisantes au niveau de la zone agricole. Le potentiel de risque est considéré faible.
- Le déversement accidentel de pesticides (phytotoxiques) et d'hydrocarbures pétroliers sous les lignes de haute tension d'Hydro-Québec. Le potentiel de risque est considéré très faible.

Le tableau A4-3 A de l'annexe 6 présente les résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent au niveau des sources de surface.

8.2.2 Puits Gros Boissonneault

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits Gros Boissonneault sont :

- Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers sur le chemin d'accès au puits Gros Boissonneault et aux sources de surface. Le potentiel de risque est considéré faible.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) sont :

- Le déversement accidentel d'hydrocarbures au niveau du chemin d'accès à l'érablière. Le potentiel de risque est considéré très faible.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection éloignée sont :

- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers au niveau du parc éolien. Le potentiel de risque est considéré très faible.
- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbure pétroliers au niveau du chemin d'accès au parc éolien et sur le chemin privé. Le potentiel de risque est considéré très faible.
- ▶ Le déversement accidentel de pesticides (phytocides) et d'hydrocarbures pétroliers sous les lignes de haute tension d'Hydro-Québec. Le potentiel de risque est considéré très faible.

Le tableau A4-3 B de l'annexe 7 présente les résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent au niveau du puits Gros Boissonneault.

8.2.3 Puits du Garage

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits du Garage sont :

- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers ou d'autres produits chimiques dans la zone d'entreposage. Le potentiel de risque est considéré élevé.
- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers sur le chemin d'accès au puits du Garage. Le potentiel de risque est considéré moyen.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique) sont :

- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers et l'application d'abrasifs en hiver sur la route 165. Le potentiel de risque est considéré faible.

Les événements potentiels répertoriés à l'intérieur de l'aire de protection éloignée sont :

- ▶ Le déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers sur le rang 6 et la route Vianney. Le potentiel de risque est considéré très faible.
- ▶ Le déversement accidentel de pesticides, d'herbicides et d'hydrocarbure au niveau de la zone arboricole. Le potentiel de risque est considéré faible.

Le tableau A4-3 C de l'annexe 8 présente les résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent au niveau du puits du Garage.

8.3 Résultats de l'inventaire des affectations du territoire

Les tableaux A4-4 (A, B et C) de l'annexe 6, 7 et 8 présentent les résultats de l'inventaire des affectations du territoire, alors que les figures 11 et 12 de l'annexe 1 présentent leur localisation par rapport aux aires d'alimentation.

8.3.1 Secteurs des sources de surface et du puits Gros Boissonneault

Les aires de protection des sources de surface et du puits Gros Boissonneault sont situées à la limite entre les municipalités de Saint Ferdinand et d'Irlande. Les deux (2) cartes des affectations ont donc dû être utilisées dans le cadre de cette étude.

Pour les sources et le puits Gros Boissonneault, au droit des aires de protection immédiate et intermédiaire (bactériologique et virologique) respectives, il y a deux (2) types d'affectations, soit une zone agroforestière de type 3 (zone AFC-1 de la carte des affectations du territoire de la municipalité d'Irlande), soit une zone îlots déstructurés (zone 006-040 de la carte des affectations du territoire de la municipalité d'Irlande). Les activités anthropiques permises représentant un risque sont :

- ▶ Résidences : habitation mixte, mobile, unifamiliale isolée, saisonnière et abri sommaire en milieu boisé.
- ▶ Exploitation primaire : agriculture, foresterie, mine, carrière et sablière.
- ▶ Industrie et commerce.
- ▶ Services d'utilité publics.

À l'intérieur des aires de protection éloignée des sources et du puits Gros Boissonneault, les affectations du territoire sont agricole viable (zone A-22 et A-23 de la carte des affectations du territoire de la municipalité de Saint-Ferdinand) et agricole dynamique (zone AD-9 de la carte des affectations du territoire de la municipalité d'Irlande). Les activités anthropiques permises représentant un risque sont :

- ▶ Résidences : habitation mixte, abri sommaire en milieu boisé.
- ▶ Exploitation primaire : foresterie, mine, carrière, sablière et agriculture.
- ▶ Industrie et commerce.
- ▶ Récréation : récréation à grand déploiement, récréation et hébergement touristique.
- ▶ Infrastructure de transport d'énergie, de circulation routière, de télécommunication.

8.3.2 Puits du Garage

Pour le puits du Garage, au droit de l'aire de protection immédiate et des aires de protection intermédiaire (bactériologique et virologique), deux (2) types d'affectations sont présents, soit une affectation industrielle et commerciale (zone I/C-1) et une affectation résidentielle (R-6) y sont appliquées. Les activités anthropiques permises représentant un risque sont :

- ▶ Résidences implantées.
- ▶ Industrie et commerces lourds.
- ▶ Équipements et infrastructures publics.

À l'intérieur de l'aire de protection éloignée, l'affectation du territoire est de type agrotouristique (zone A-25). Les activités anthropiques permises représentant un risque sont :

- ▶ Résidences implantées.
- ▶ Activités agricoles.
- ▶ Ateliers d'artisanat.
- ▶ Activités et usages agrotouristiques.
- ▶ Infrastructures de transport d'énergie, de circulation routière, de télécommunication.
- ▶ Exploitations primaires : activités extractives de matériel meuble.

L'ampleur du risque associé à chacune des activités est présentée dans les tableaux A4-4 (A, B et C) des annexes 6, 7 et 8. Les usages permis au droit des différentes affectations du territoire sont présentés à l'annexe 10.

Les figures 13 et 14 de l'annexe 1 montrent les aires de protection des puits et des sources par rapport aux cartes des affectations du territoire des municipalités de Saint-Ferdinand et d'Irlande.

9 Identification des problèmes avérés et de leurs causes probables

En termes de qualité, l'évaluation des problèmes avérés comprend l'examen des résultats des analyses réalisées entre 2015 et 2019, selon le tableau 4 du « *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec (décembre 2018)* ». De plus, les résultats des analyses entre 2015 et 2019 pour les paramètres suivants ont été examinés : plomb, cuivre, turbidité, bactéries atypiques, E. coli, coliformes totaux et coliformes fécaux. L'eau analysée par la Municipalité de Saint-Ferdinand est prélevée après le système de traitement, il s'agit donc d'un mélange de l'eau captée par les différents puits et les différentes sources.

L'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée ne montre pas la présence de problème avéré dans le réseau de distribution.

Toutefois, certaines analyses sont manquantes. En effet, il manque deux (2) analyses bactériologiques et deux (2) analyses de turbidité en 2016 et 2018, une (1) analyse des nitrites et nitrates en 2016, et deux (2) analyses des métaux et composés inorganiques en 2016 et 2018. Malgré le manque de certains résultats, la quantité de résultats nous semble adéquate pour juger des problématiques potentielles.

L'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée montre qu'une attention particulière doit être apportée pour les paramètres cuivre, plomb et coliformes totaux. En effet, les analyses ont montré pour le cuivre, lors de quatre (4) analyses, des valeurs comprises entre 20,2 et 53,7 % de la norme applicable, entre 2015 et 2019. Pour le plomb, une concentration de 30 % de la norme applicable a été mesurée en 2015. Enfin, une concentration équivalente à 30 % de la norme applicable a été notée pour les coliformes totaux en 2015.

La cause de la présence de fortes concentrations en cuivre dans l'eau distribuée semble anthropique, de même que pour les fortes concentrations en plomb. En effet, selon Santé Canada, le cuivre et le plomb sont souvent utilisés pour la fabrication et les soudures des conduites d'eau potable. De plus, notons que les concentrations en ces paramètres dans l'eau brute prélevée au puits P-1 en 2004 sont très faibles. Finalement, la cause de la présence de coliformes totaux dans l'eau distribuée en 2015 semble anthropique, due à une mauvaise chloration de l'eau distribuée.

Ainsi, une attention particulière doit être portée en ce qui concerne les concentrations en ces paramètres lors des analyses futures, afin de détecter toute tendance à la hausse.

En termes de quantité, aucune pénurie d'eau n'a été répertoriée.

Les tableaux A4-5 (A, B et C) de l'annexe 6, 7 et 8 présentent l'identification des problèmes avérés et des causes probables pour chaque site de prélèvement.

10 Informations manquantes

Voici les principales informations manquantes :

- ▶ Aucun registre informatique consignait les problèmes rencontrés au niveau de la qualité de l'eau brute, de l'eau distribuée ou de l'intégrité physique du site de prélèvement n'est disponible.
- ▶ Également, pour les réseaux desservant moins de 5 000 personnes, il est recommandé de réaliser un suivi biannuel (printemps et automne) pour les substances organiques mentionnées à l'annexe 2 du RQEP, d'autant plus que des activités agricoles sont réalisées dans les secteurs des puits et des sources, et de leurs aires de protection.

11 Conclusion et recommandations

La firme Englobe Corp. (Englobe) a été mandatée par la Municipalité de Saint-Ferdinand dans le but de réviser les aires de protection des sources de surface, ainsi que pour réaliser l'analyse de la vulnérabilité de l'ensemble des prélèvements d'eau potable (sources de surface Laframboise, 4A, 4B et 5; puits Gros Boissonneault et puits du Garage).

L'ensemble de l'étude a été réalisé en suivant les recommandations du « *Guide de réalisation des analyses de vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* » du MELCC. Cette étude a notamment pour objectif de répondre aux exigences de l'article 68 du RPEP.

La Municipalité de Saint-Ferdinand alimente sa population en eau potable à partir de deux (2) puits d'alimentation (Gros Boissonneault et du Garage) et de quatre (4) sources de surface (Laframboise, 4A, 4B et 5) permettant de desservir 1 375 personnes. Les deux (2) puits tubulaires profonds (Gros Boissonneault et du Garage) sont utilisés sporadiquement lorsque les sources ne suffisent pas à la demande. Le débit moyen journalier a été évalué à 497 m³/jour en considérant la moyenne des trois (3) mois les plus productifs entre 2015 et 2019.

Les sources de surface et le puits Gros Boissonneault sont localisés à environ 3 km au sud-est du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville), le long de la rue de Larochelle. Les sources sont en fait des excavations qui ont été remplies par du matériel granulaire et captent l'eau souterraine qui circule à l'interface entre le till et le roc altéré de surface. Alors que le puits Gros Boissonneault capte l'eau souterraine qui circule au droit du roc profond.

Le puits du Garage est quant à lui localisé à environ 500 m au sud du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville), le long de la Côte de l'Église. Ce puits capte l'eau souterraine qui circule au droit du roc profond.

L'installation du système de traitement et de distribution est située à environ 650 m au sud du centre urbain de Saint-Ferdinand (secteur Bernierville) et à 250 m au sud-est du puits du Garage. Le système de traitement consiste à la chloration de l'eau uniquement.

Aires de protection et évaluation de la vulnérabilité

Dans le cadre de ce projet, les aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée des sources (Laframboise, 4a, 4b et 5) ont été réévaluées. Pour ce faire, la méthode par équations analytiques a été choisie par la Municipalité de Saint-Ferdinand, bien que la méthode par modélisation numérique ait été proposée. Rappelons que les aires de protection actuelles des deux (2) puits profonds n'ont pas été révisées.

Pour réévaluer les nouvelles aires de protection, trois (3) puits d'observation ont été construits afin de réaliser un levé piézométrique et des essais de perméabilité.

Les travaux de terrain ont permis de calculer les nouvelles aires de protection des sources de surface (Laframboise, 4a, 4b et 5) :

- ▶ L'aire de protection immédiate a été définie avec un rayon fixe de 30 m autour de chacune des sources. Les sources 4a et 4b ont une aire commune, car les deux (2) sources sont proches et les sources 5 et Laframboise ont une aire chacune.
- ▶ L'aire de protection intermédiaire bactériologique commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de 0,110 km².
- ▶ L'aire de protection intermédiaire virologique commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de 0,151 km².
- ▶ L'aire de protection éloignée commune aux quatre (4) sources est d'une superficie de mesure 1,51 km².

L'évaluation de la vulnérabilité a ensuite été effectuée sur les aires de protection nouvellement évaluées pour les sources. L'évaluation de la vulnérabilité a aussi été mise en place pour les puits Gros Boissonneault et du Garage, en utilisant les aires d'alimentation mises en place par Arrakis en 2004.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par les sources dans toutes les aires de captage sont évalués à 150, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits Gros Boissonneault dans toutes les aires de captage sont évalués à 134, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

Les indices de vulnérabilité intrinsèque DRASTIC de la nappe captée par le puits du Garage dans toutes les aires de captage sont évalués à 120, soit à des niveaux de vulnérabilité moyens.

Activités à risques

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate des sources (Laframboise, 4a, 4b et 5), l'activité présentant un risque pour le prélèvement en eau potable est :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès aux sources.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau des sources sont :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès à l'érablière.
- ▶ Les installations septiques liées au secteur résidentiel.
- ▶ Les activités liées à l'entretien des lignes à haute tension.
- ▶ L'agriculture avec l'utilisation de machinerie et de produits fertilisants.

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits Gros Boissonneault, l'activité présentant un risque pour le prélèvement en eau potable est :

- ▶ Le transport routier sur le chemin d'accès au puits Gros Boissonneault.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau du puits Gros Boissonneault sont :

- Le transport routier sur les chemins d'accès à l'érablière et aux éoliennes.
- Les activités liées au parc éolien.
- Les activités liées à l'entretien des lignes à haute tension.

À l'intérieur de l'aire de protection immédiate du puits du Garage, les activités présentant un risque pour le prélèvement en eau potable sont :

- Le transport routier sur le chemin d'accès au puits du Garage.
- L'entreposage à l'intérieur du périmètre de protection immédiate.

Dans les aires de protection intermédiaire et éloignée, les principales activités anthropiques qui menacent la qualité de l'eau du puits du Garage sont :

- Le transport routier sur les routes de la Côte de l'Église, du rang 6, de la route Vianney et l'application d'abrasifs au niveau de la route 165.
- Le secteur résidentiel avec des installations septiques individuelles.
- L'agriculture avec l'utilisation de machinerie et de produits fertilisants.

Événements potentiels

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour les sources sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès, le déversement de produits chimiques dû à l'agriculture, et la présence d'eaux usées au niveau du secteur résidentiel.

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour le puits Gros Boissonneault sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès, les activités liées à la présence d'éoliennes.

Les principaux événements potentiels présents à l'intérieur des aires de protection pour le puits du Garage sont les déversements accidentels d'hydrocarbures pétroliers sur les chemins d'accès dans la zone d'entreposage et les déversements de matières fertilisantes au niveau de la zone agricole.

Affectations du territoire

Les principales affections du territoire à l'intérieur des aires de protection des sources de surface et du puits Gros Boissonneault sont agroforestière, agricole viable et agricole dynamique. Cependant, le niveau d'activité anthropique est faible dans les aires de protection.

Les principales affections du territoire dans les aires de protection du puits du Garage sont industrielle, commerciale et agrotouristique. Cependant, le niveau d'activité anthropique n'est pas très élevé dans les aires de protection de cet ouvrage de captage.

Problèmes avérés

En termes de qualité, l'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée montre l'absence de problème avéré dans le réseau de distribution.

L'analyse des résultats analytiques de l'eau distribuée montre qu'une attention particulière doit être apportée pour les paramètres cuivre, plomb et coliformes totaux. En effet, les analyses ont montré pour le cuivre, lors de quatre (4) analyses, des valeurs comprises entre 20,2 et 53,7 % de la norme applicable, entre 2015 et 2019. Pour le plomb, une concentration de 30 % de la norme applicable a été mesurée en 2015. Enfin, une concentration équivalente à 30 % de la norme applicable a été notée pour les coliformes totaux en 2015.

La cause de la présence de fortes concentrations en cuivre dans l'eau distribuée semble anthropique, de même que pour les fortes concentrations en plomb. En effet, selon Santé Canada, le cuivre et le plomb sont souvent utilisés pour la fabrication et les soudures des conduites d'eau potable. De plus, notons que les concentrations en ces paramètres dans l'eau brute prélevée au puits P-1 en 2004 sont très faibles. Finalement, la cause de la présence de coliformes totaux dans l'eau distribuée en 2015 semble anthropique, due à une mauvaise chloration de l'eau distribuée.

Ainsi, une attention particulière doit être portée en ce qui concerne les concentrations en ces paramètres lors des analyses futures, afin de détecter toute tendance à la hausse.

En termes de quantité, aucune pénurie d'eau n'a été répertoriée.

Les tableaux A4-5 (A, B et C) de l'annexe 7, 8 et 9 présentent l'identification des problèmes avérés et des causes probables pour chaque site de prélèvement.

Voici les principales recommandations au projet :

- ▶ Les localisations des sources posent des problèmes, car celles-ci sont difficilement visibles. La mise en place de panneaux permettrait de mieux voir les différents puits et sources.
- ▶ L'installation d'une couche de matériaux peu perméables à la surface du sol afin de protéger les sources.
- ▶ La mise en place de nouveaux couvercles sur les collecteurs et un rehaussement de la margelle du collecteur C-6 pour protéger le collecteur des arrivées d'eau externes.
- ▶ En vertu de l'article 24 du RPEP, la mise en place d'une collerette de béton d'au moins 5 m de profondeur à partir du sol, qui permet d'assurer un scellement étanche et durable de l'espace annulaire avec un mélange de ciment-bentonite.
- ▶ Le retrait des divers objets (bancs, poubelles, tuyaux et quais) présents dans l'aire de protection du puits du Garage.
- ▶ La fixation du bouchon pour le trop-plein au niveau de l'installation de traitement.
- ▶ Le remplacement des canalisations rouillées ou endommagées.
- ▶ Les aires de protection du puits du Garage et du puits Gros Boissonneault ne respectent pas le RPEP. En effet, les aires de protection actuelles, pour les deux (2) puits, ont été faites sans la mise en place d'un minimum de trois (3) puits d'observation, tel que décrit aux articles 57 et 65 du RPEP. Ainsi, il est recommandé de construire des forages exploratoires afin de réévaluer les aires de protection dans le respect du RPEP.
- ▶ De plus, comme les enjeux de protection sont considérés élevés pour les trois (3) sites de prélèvement, il est recommandé de réévaluer les aires de protection à l'aide de la modélisation numérique pour chacun d'eux.
- ▶ L'agrandissement de la clôture autour des sources et du puits Gros Boissonneault. En effet, celle-ci ne permet pas aujourd'hui d'inclure le périmètre de protection immédiat de 30 m autour de la source 5.

- ▶ L'agrandissement et le respect d'une aire de protection immédiate de 30 m autour du puits du Garage doivent être mis en place pour respecter le RPEP. De plus, l'ensemble des activités d'entreposage réalisées dans cette aire devront être arrêtées.

Il apparaît nécessaire d'instaurer la mise en place d'un registre informatique permettant de répertorier et de compiler les informations suivantes :

- ▶ Les problèmes rencontrés dans l'eau brute ou l'eau distribuée.
- ▶ L'intégrité physique des installations.
- ▶ Le suivi de la qualité de l'eau.
- ▶ Les débits pompés et les niveaux d'eau au droit des puits de pompage.

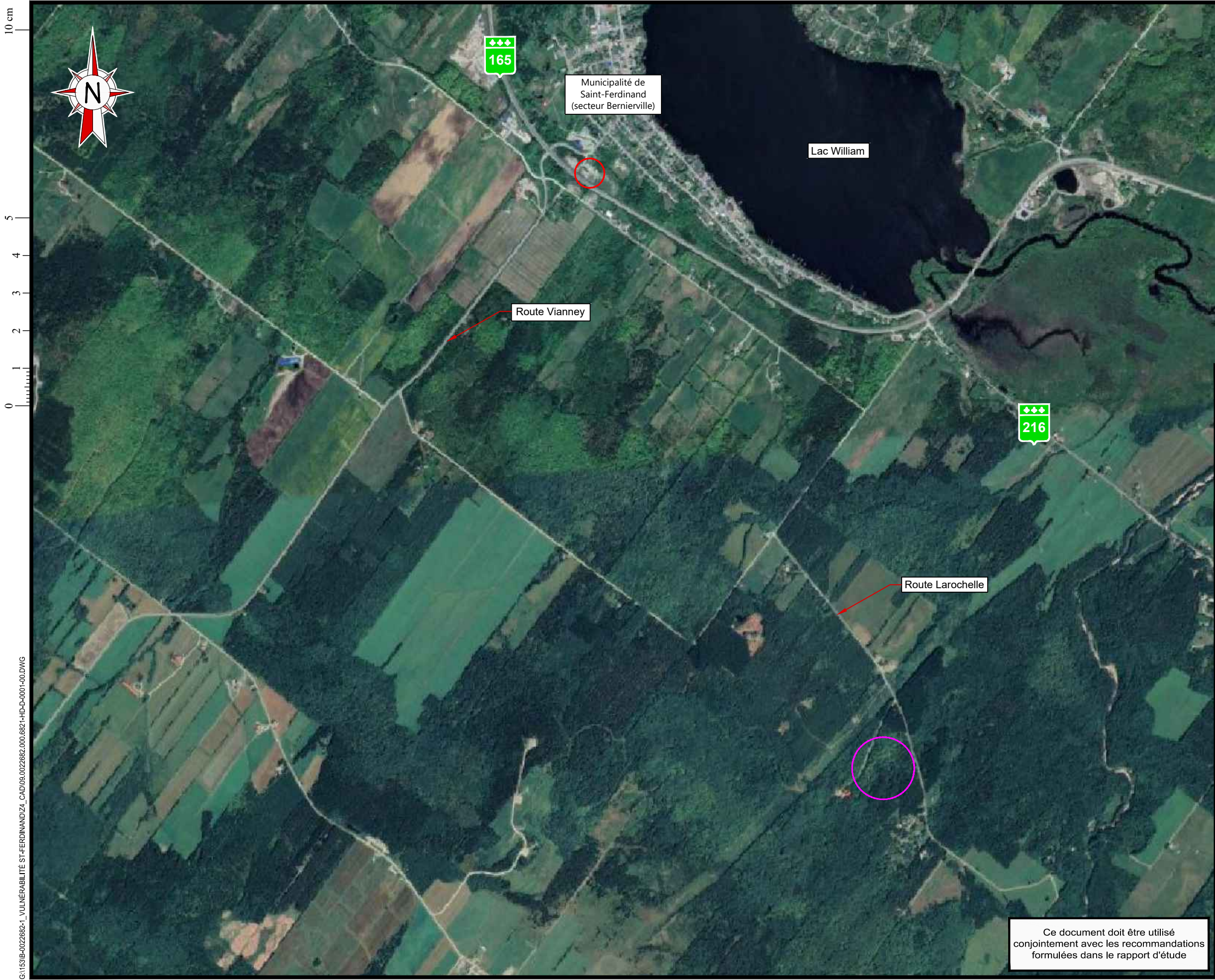
Également, pour les réseaux desservant moins de 5 000 personnes, il est recommandé de réaliser un suivi biannuel (printemps et automne) pour les substances organiques mentionnées à l'annexe 2 du RQEP, d'autant plus que des activités agricoles sont réalisées dans le secteur du puits et des aires de protection de ce dernier.

12 Références

- ARRAKIS, 2004 : RAPPORT A312-01A. Municipalité de Saint-Ferdinand - Expertise hydrogéologique.
- ATLAS DU CANADA – TOPORAMA. Carte topographique et hydrographique, feuillet 22 B/12;
- DOMENICO P, SCHWARTZ W, 1998 : Physical and chemical hydrogeology, 2nd edition. 528p. Google Earth Pro.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET LA LUTTE CONTRE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). Guide réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec, Version de décembre 2018.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET LA LUTTE CONTRE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (RPEP).
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET LA LUTTE CONTRE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MELCC). Règlement sur la qualité de l'eau potable (RQEP).
- MUNICIPALITÉ D'IRLANDE. Carte des affectations du territoire.
- MUNICIPALITÉ DE SAINT-FERDINAND (ENTREVUE ET VISITE). Liste des activités réalisées dans les aires de protection, visite des lieux, informations pertinentes et affectation du territoire.
- SYSTÈME D'INFORMATION GÉOMINIÈRE DU QUÉBEC – CARTE INTERACTIVE (SIGÉOM) : Géologie générale et failles régionales.
- TODD D K, 1980 : GROUNDWATER HYDROLOGY, 2ND EDITION. Volume 118 issue 4. 535p.

Annexe 1 Figures

G:\153B-0022682-1_VULNÉRABILITÉ ST-FERDINAND\Z4_CAD\08.0022682.000.6821-HD-D-0001-00.DWG



LÉGENDE :

Site de prélèvement - Secteur du puits du Garage

Site de prélèvement - Secteur des sources et du puits Gros Boissonneault.

Échelle

00,10,20,30,40,50,75,100

km

1:20 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement interdite sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

Figure 1 : Localisation régionale des sites à l'étude

Carte Google Earth 2020

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : 1:20 000		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 01			
Mise en page : 0001		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :	
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin
05	0022682	000.6821	GS	D	0001 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude

G:\153B-0022682-1_VULNÉRABILITÉ ST-FERDINAND\Z4_CAD\09.0022682.000.6821-HD-D-0002@16-00.DWG



LÉGENDE :

X

Puits de captage antérieurs

CX

Collecteurs C1 à C6 (antérieurs)

Échelle

010203050100125 m

1:2 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe

Englobe Corp.
1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

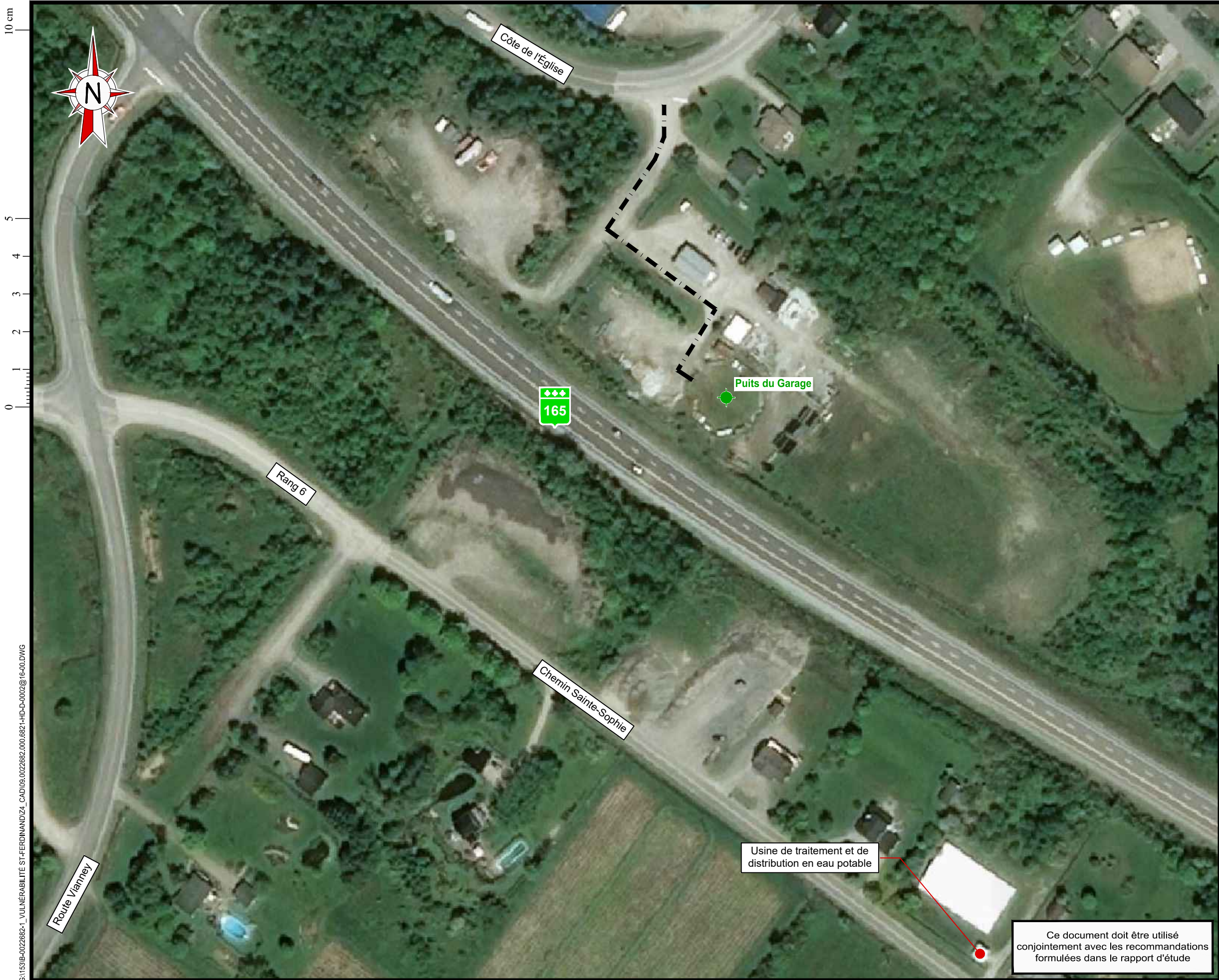
Figure 2 : Localisation du site de prélèvement - Secteur des sources et du puits Gros Boissonneault

Carte Google Earth 2020

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : 1:2 500		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo. M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 02			
Mise en page : 0002		No. d'enregistrement :			
Format papier : ANSI full bleed B (17.00 x 11.00 pouces)					

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0002 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

- Puits du Garage
- Chemin d'accès

Échelle

1:1 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

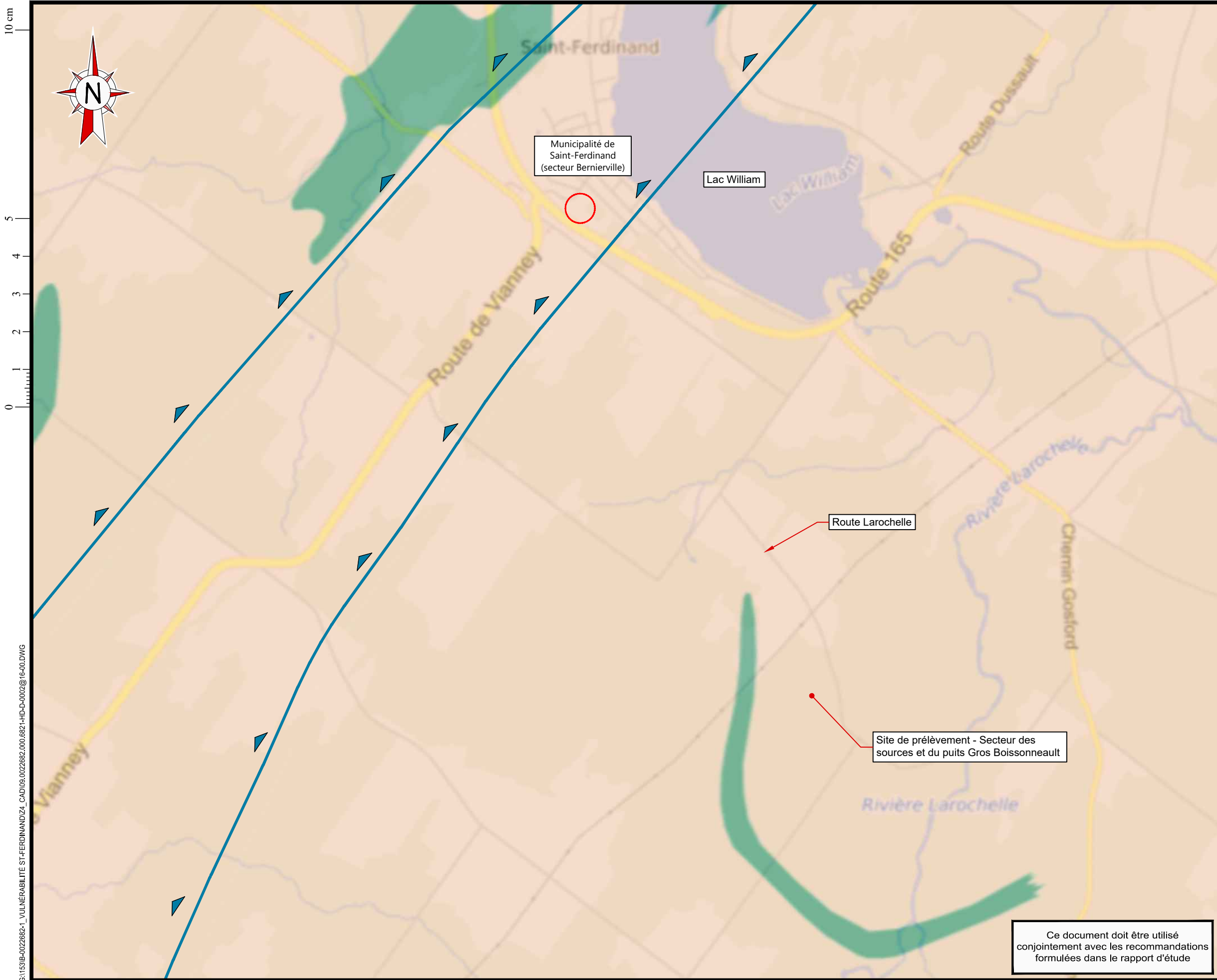
Figure 3 : Localisation du site de prélèvement - Secteur du puits du Garage

Carte Google Earth 2020

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : 05-02-2021		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : 1:1 500		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 15-01-2021		No. de figure : 03			
Mise en page : 0003		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :	

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0003 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

**Faïlles régionales**

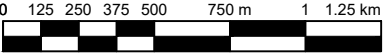
**Site de prélèvement - Secteur du puits du Garage**

GÉOLOGIE RÉGIONALE :

**Schiste indifférencié**

**Amphibolite, schiste à chlorite et magmatite**

Échelle



1:25 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

**Englobe Corp.**

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

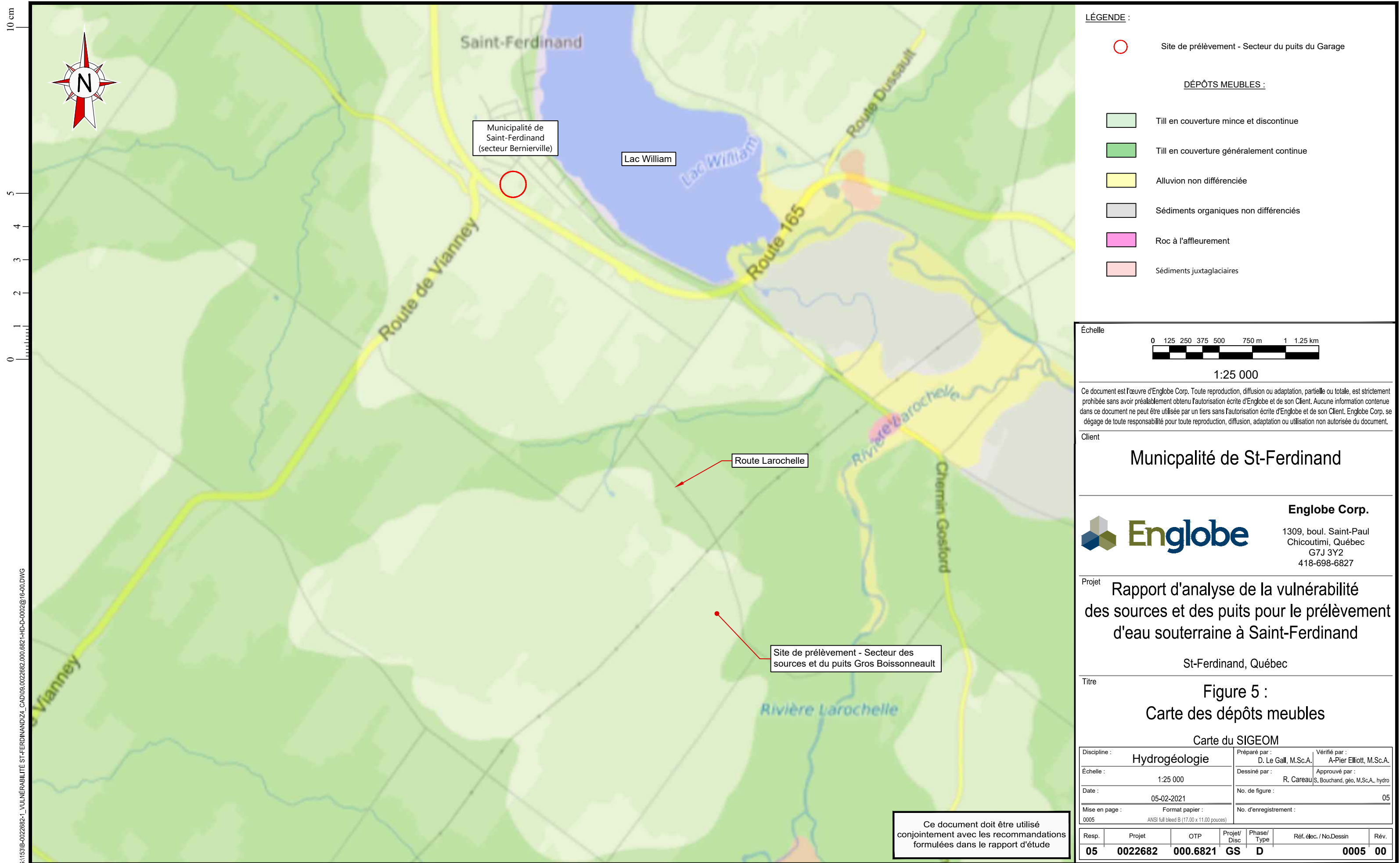
Figure 4 : Géologie du socle rocheux

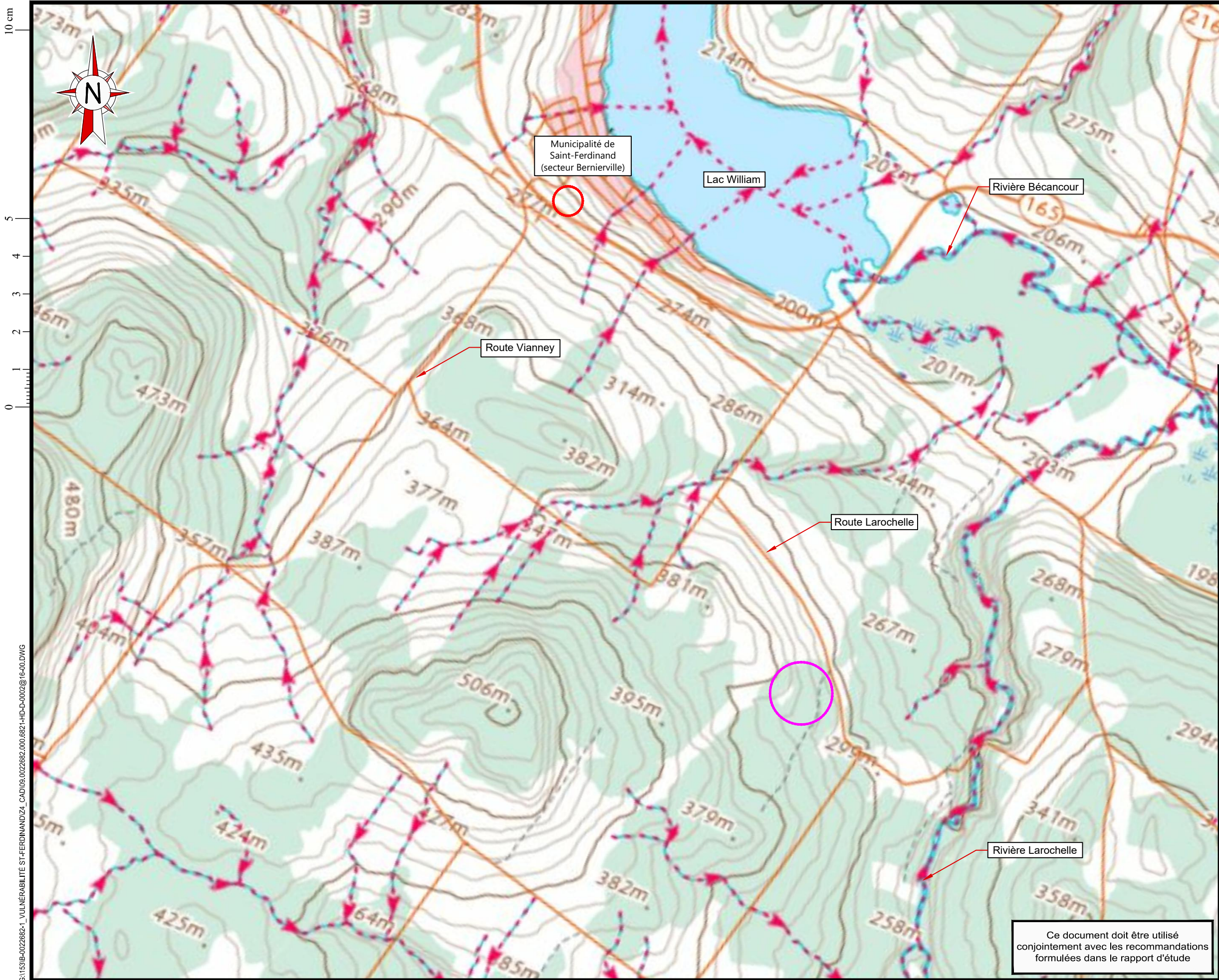
Carte du SIGEOM

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A. A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : 1:25 000		Dessiné par : R. Careau S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 04	
Mise en page : 0004		No. d'enregistrement :	
Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)			

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0004 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude





LÉGENDE :

- Site de prélèvement - Secteur du puits du Garage
- Site de prélèvement - Secteur des sources et du puits Gros Boissonneault.
- Sens d'écoulement des cours d'eau
- Végétation
- Courbes topographiques
- Routes et transports
- Milieux humides

Échelle

0 125 250 375 500 750 m 1 1.25 km

1:25 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement interdite sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand



Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

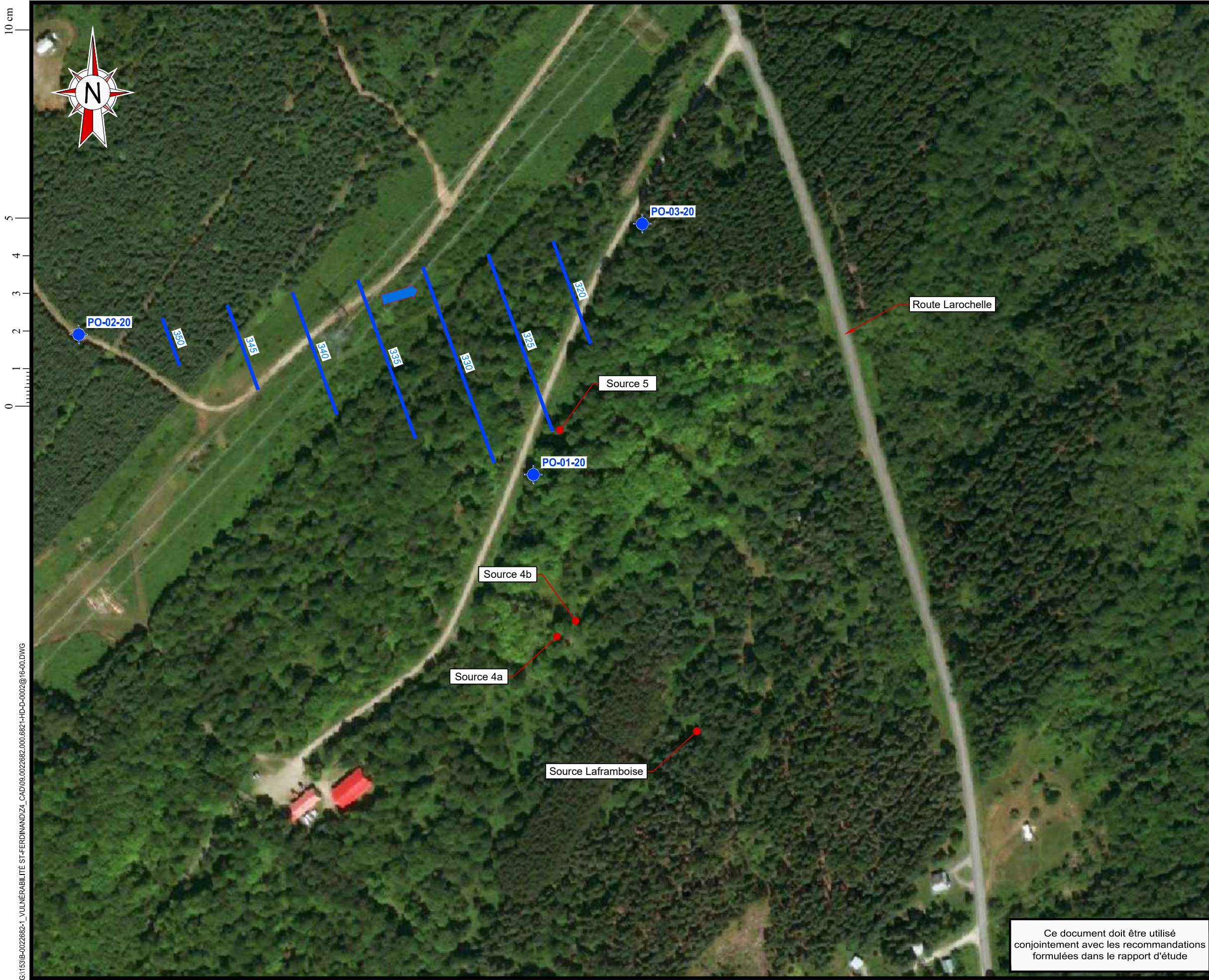
Figure 6 :
Topographie et hydrographie

Carte du Atlas du Canada

Discipline :	Hydrogéologie	Préparé par :	D. Le Gall, M.Sc.A.	Vérifié par :	A-Pier Elliott, M.Sc.A.
Échelle :	1:25 000	Dessiné par :	R. Careau	Approuvé par :	S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro
Date :	05-02-2021	No. de figure :	06		
Mise en page :	Format papier :	No. d'enregistrement :			
0006	ANSI full bleed B (17.00 x 11.00 pouces)				

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0006 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

PO-XX-XX
Puits d'observation PO-01-20 à PO-03-20 (Englobe 2020)

97
Isopièzes

Sens de l'écoulement de l'eau souterraine

Échelle

0 10 20 30 50 100 125 m

1:2 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand



Englobe Corp.
1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

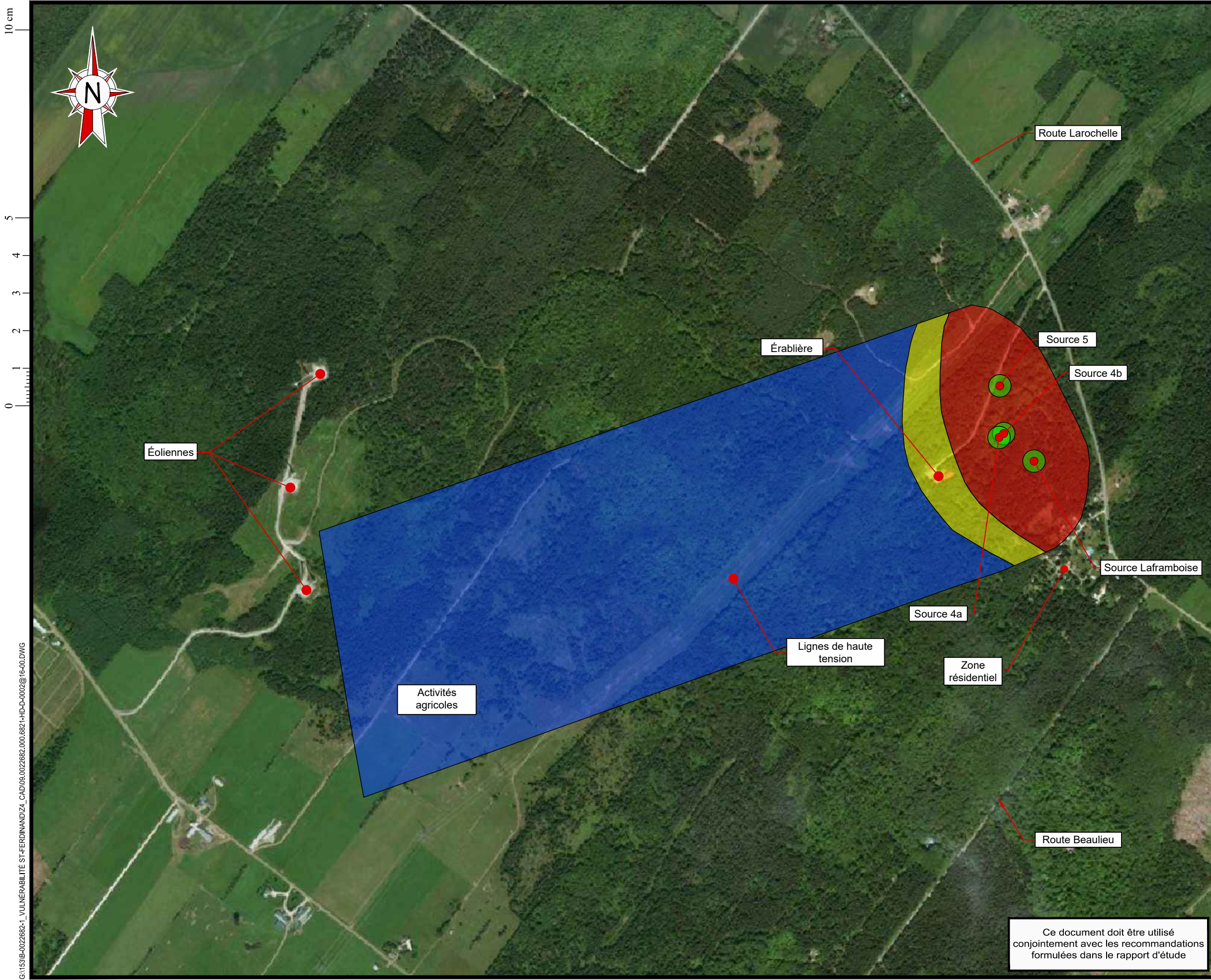
Figure 7 : Écoulement souterrain et localisation des puits d'observation nouvellement construits

Carte Google Earth 2020

Discipline :	Hydrogéologie	Préparé par :	D. Le Gall, M.Sc.A.	Vérifié par :	A-Pier Elliott, M.Sc.A.
Échelle :	1:2 500	Dessiné par :	R. Careau	Approuvé par :	S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro
Date :	05-02-2021	No. de figure :	07		
Mise en page :	0007	Format papier :	ANSI full bleed B (17.00 x 11.00 pouces)		
No. d'enregistrement :					

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0007 00

G:\153B-0022682-1_VULNÉRABILITÉ ST-FERDINAND\Z4_CAD\08.0022682_000.6821-HD-D-0002@16-00.DWG



LÉGENDE :

- Sources
- Aire de protection éloignée
- Aire de protection intermédiaire (aire virologique)
- Aire de protection intermédiaire (aire bactériologique)
- Aires de protection immédiates

Échelle

0 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,50 km

1:10 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

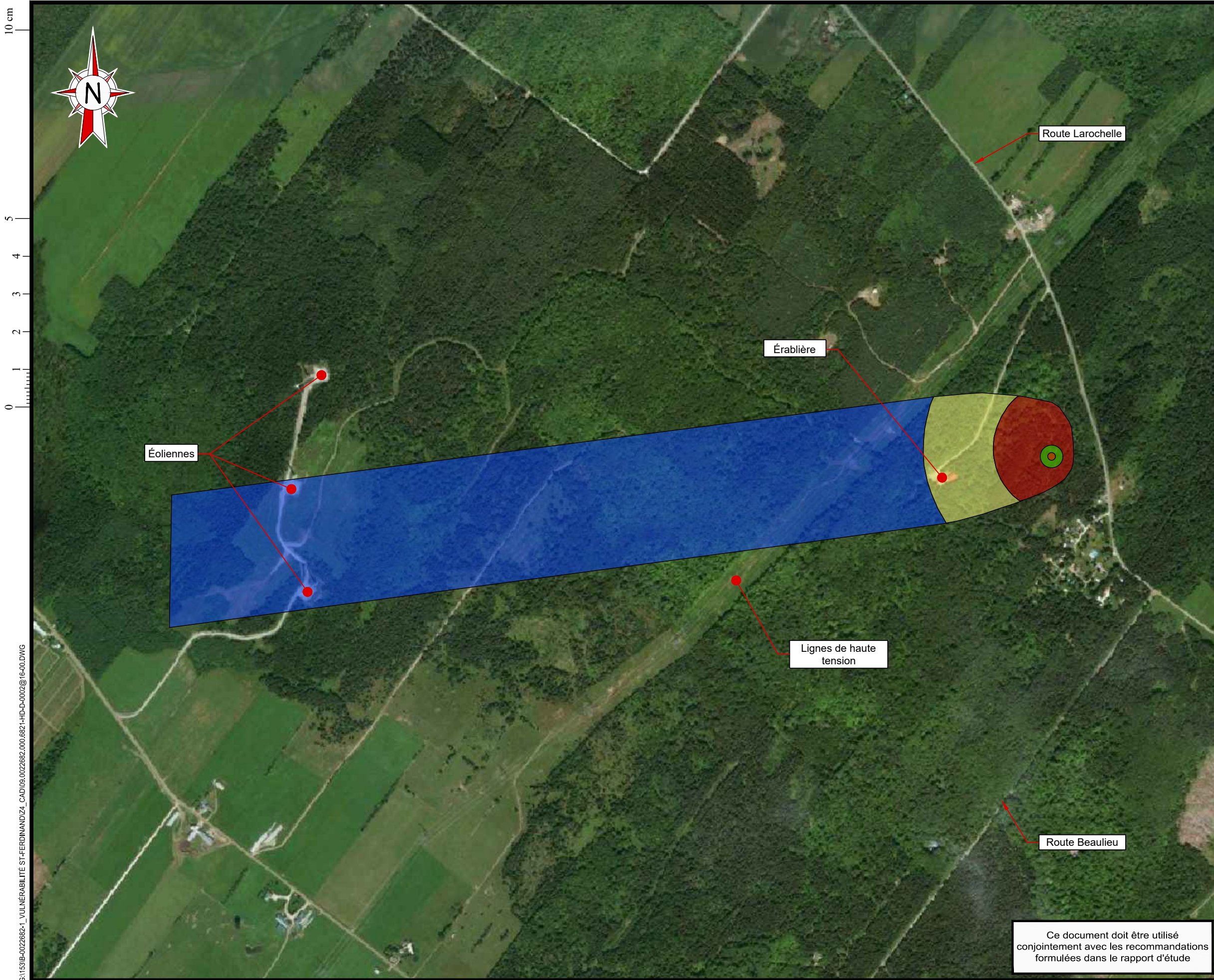
Figure 8 : Délimitation des aires de protection des sources de surface

Carte Google Earth 2020

Discipline :	Hydrogéologie	Préparé par :	D. Le Gall, M.Sc.A.	Vérifié par :	A-Pier Elliott, M.Sc.A.
Échelle :	1:10 000	Dessiné par :	R. Careau	Approuvé par :	S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro
Date :	05-02-2021	No. de figure :	08		
Mise en page :	Format papier :	No. d'enregistrement :			
0008-10	ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)				

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0008 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

- Puits Gros Boissonneault
- Aire de protection éloignée
- Aire de protection intermédiaire (aire virologique)
- Aire de protection intermédiaire (aire bactériologique)
- Aire de protection immédiate

Échelle

0 0,05 0,1 0,15 0,2 0,25 0,50 km

1:10 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

Figure 9 : Délimitation des aires de protection du puits Gros Boissonneault

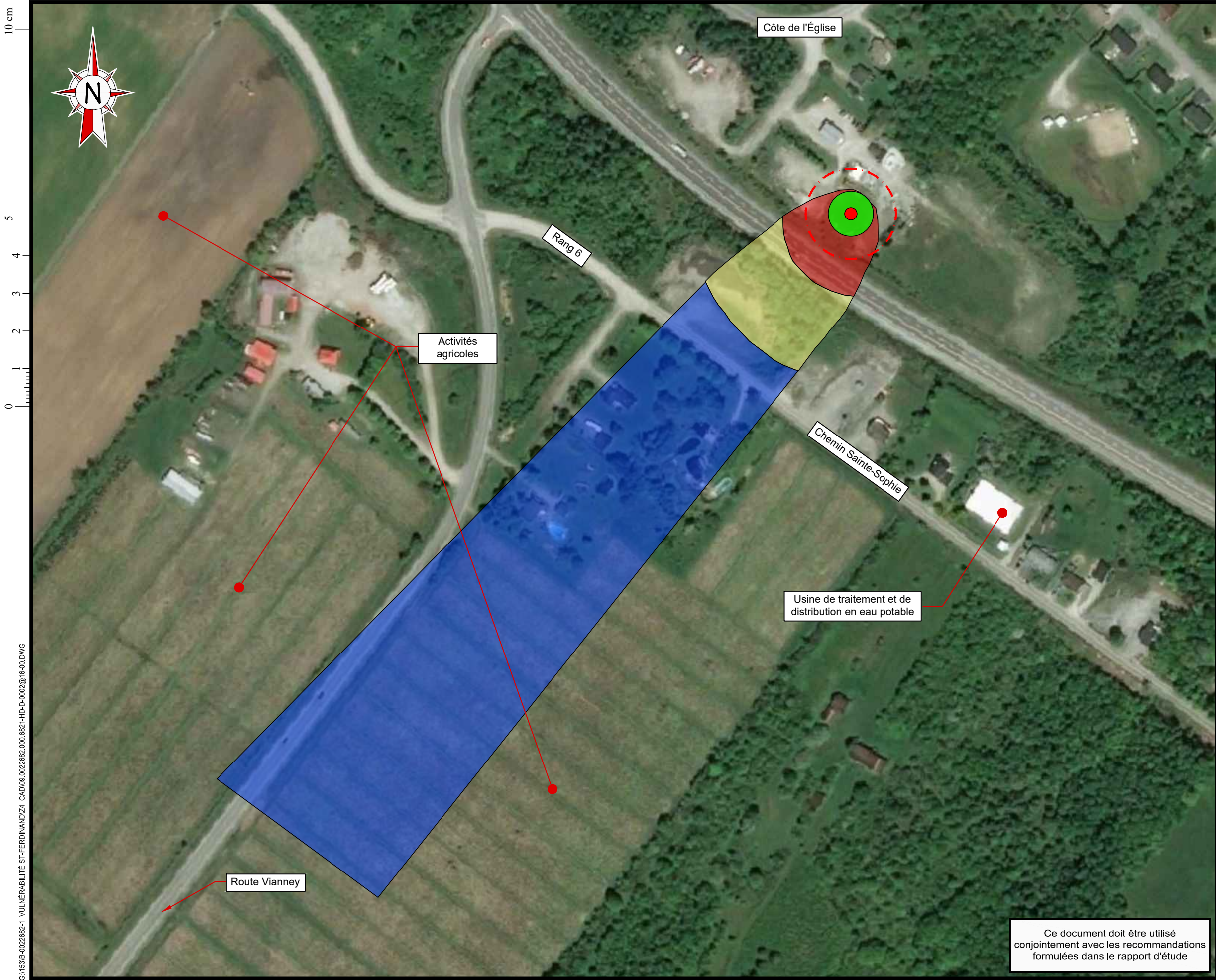
Carte Google Earth 2020

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : 1:10 000		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 09			
Mise en page : 0009		No. d'enregistrement :			
Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)					

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0009 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude

G:\153B-0022682-1_VULNÉRABILITÉ ST-FERDINAND\Z4_CAD\09.0022682.000.6821-HD-D-0002@16-00.DWG



LÉGENDE :

- Puits du Garage
- Aire de protection actuelles
- Aire de protection intermédiaire (aire virologique)
- Aire de protection intermédiaire (aire bactériologique)
- Aire de protection immédiate (non réglementaire)
- Aire de protection immédiate recommandée par le RPEP

Échelle

0 10 20 30 50 100 125 m

1:2 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

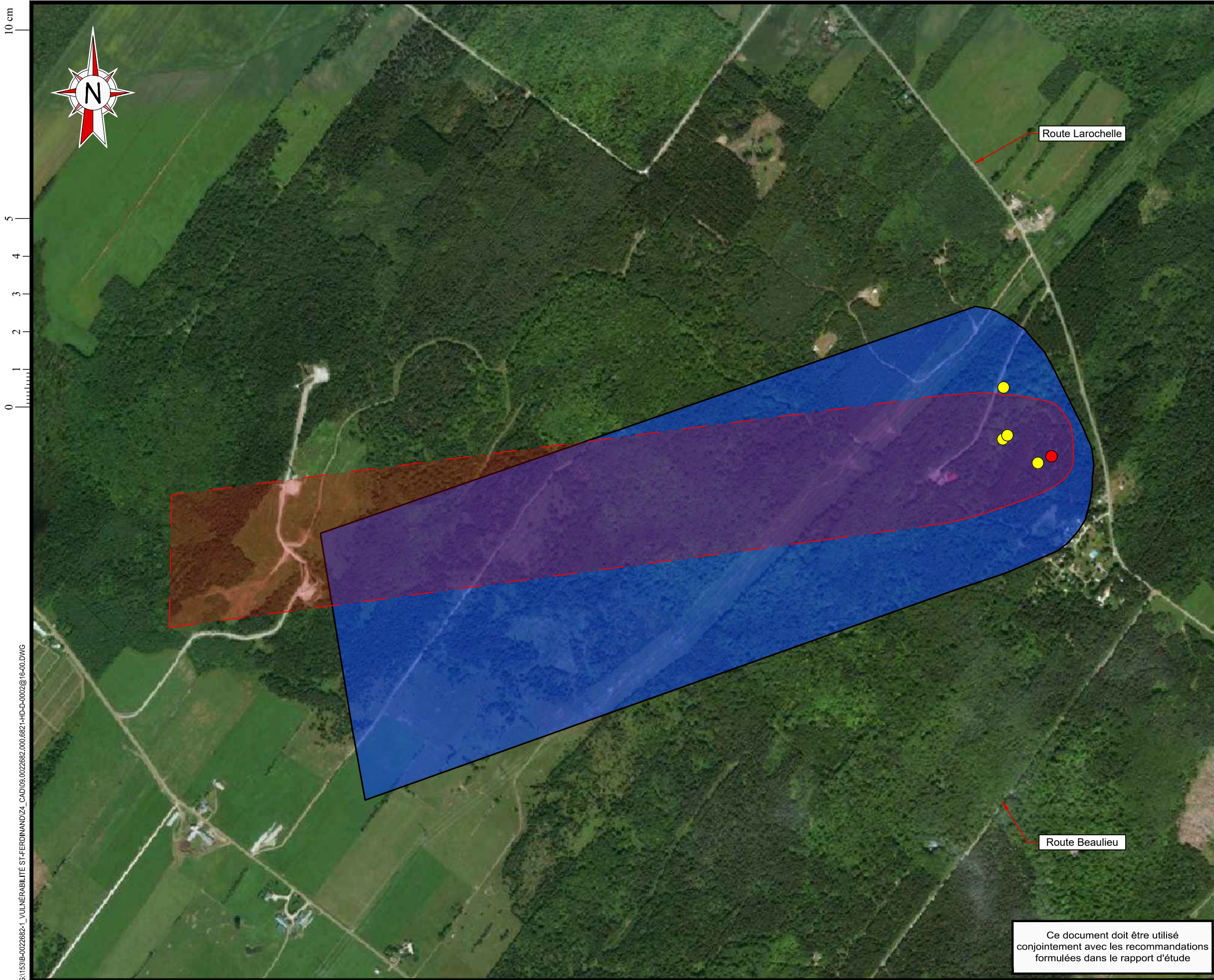
Figure 10 : Délimitation des aires de protection du puits du Garage

Carte Google Earth 2020

Discipline :	Hydrogéologie	Préparé par :	D. Le Gall, M.Sc.A.	Vérifié par :	A-Pier Elliott, M.Sc.A.
Échelle :	1:2 500	Dessiné par :	R. Careau	Approuvé par :	S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro
Date :	05-02-2021	No. de figure :	10		
Mise en page :	Format papier :	No. d'enregistrement :			
0010-08	ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)				

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0010 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



G:\153B-0022682-1_VULNÉRABILITÉ ST-FERDINAND\Z4_CAD\08.0022682_000.6821-HD-D-0002@16-00.DWG

LÉGENDE :

- Sources de surface
- Puits Gros Boissonneault
- Indice "DRASTIC-1" : 134 (moyen)
- Indice "DRASTIC-2" : 150 (moyen)

Échelle

1:10 000

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet **Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand**

St-Ferdinand, Québec

Titre **Figure 11 : Zones pour le calcul DRASTIC pour les source et le puits Gros Boissonneault**

Carte Google Earth 2020

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.		
Échelle : 1:10 000		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo. M.Sc.A., hydro		
Date : 05-02-2021		No. de figure :		11		
Mise en page : 0011-12		Format papier : ANSI full bleed B (17.00 x 11.00 pouces)		No. d'enregistrement :		
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D	0011	00



LÉGENDE :

Puits du Garage

Indice "DRASTIC" : 120 (moyen)

Échelle

010203050100125 m

1:2 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

Titre

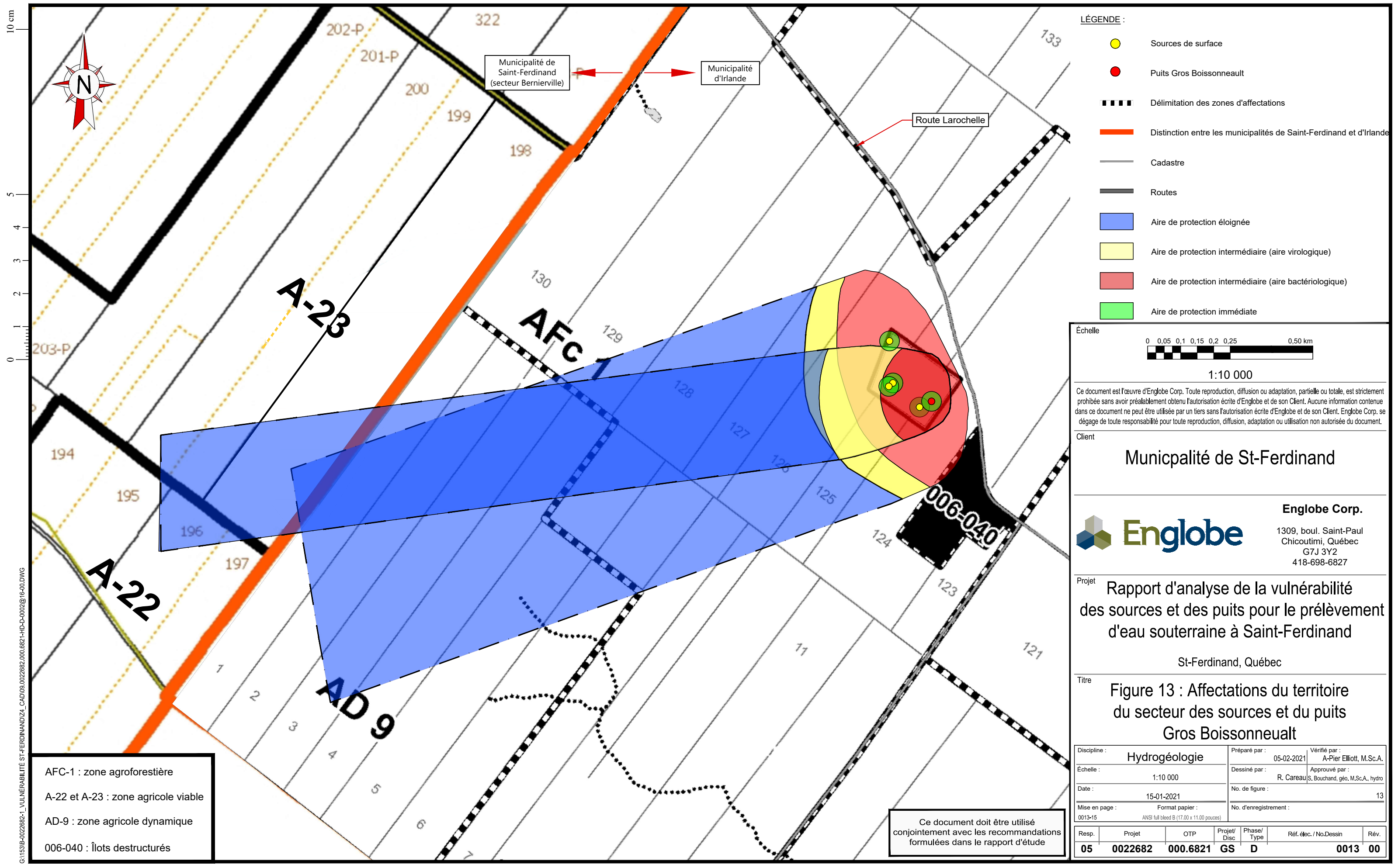
Figure 12 : Zone pour le calcul DRASTIC pour le puits du Garage

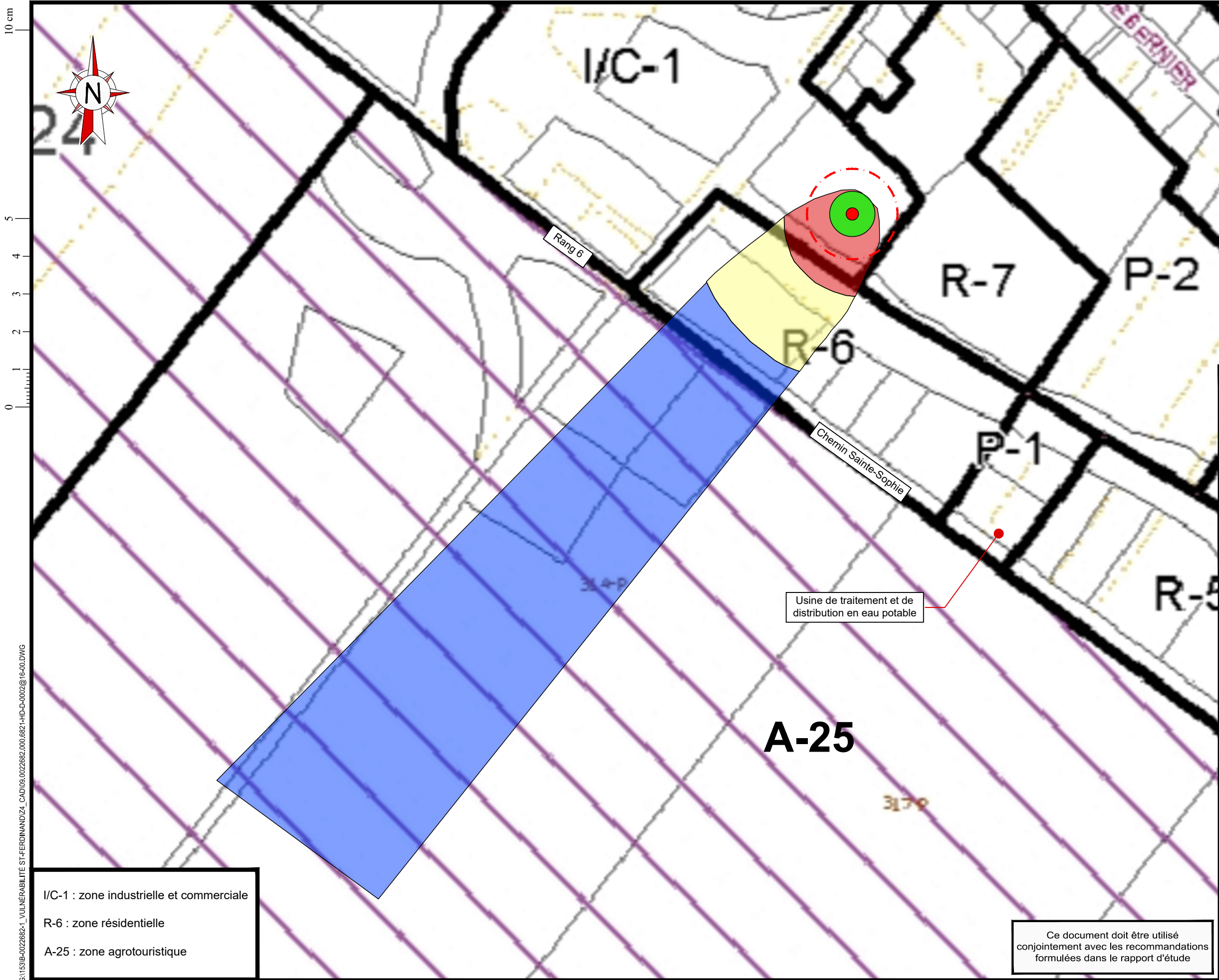
Carte Google Earth 2020

Discipline :	Hydrogéologie	Préparé par :	D. Le Gall, M.Sc.A.	Vérifié par :	A-Pier Elliott, M.Sc.A.
Échelle :	1:2 500	Dessiné par :	R. Careau	Approuvé par :	S. Bouchand, géo. M.Sc.A., hydro
Date :	05-02-2021	No. de figure :	12		
Mise en page :	Format papier :	No. d'enregistrement :			
0012-11	ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)				

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0012 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude





LÉGENDE :

- Puits du Garage
- Délimitation des zones d'affectations
- Cadastre
- Routes
- Aire de protection éloignée
- Aire de protection intermédiaire (aire virologique)
- Aire de protection intermédiaire (aire bactériologique)
- Aire de protection immédiate
- Aire de protection immédiate recommandée par le RPEP

Échelle

0 10 20 30 50 100 125 m

1:2 500

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand



Englobe Corp.
1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

Figure 14 : Affectations du territoire au niveau du puits du Garage

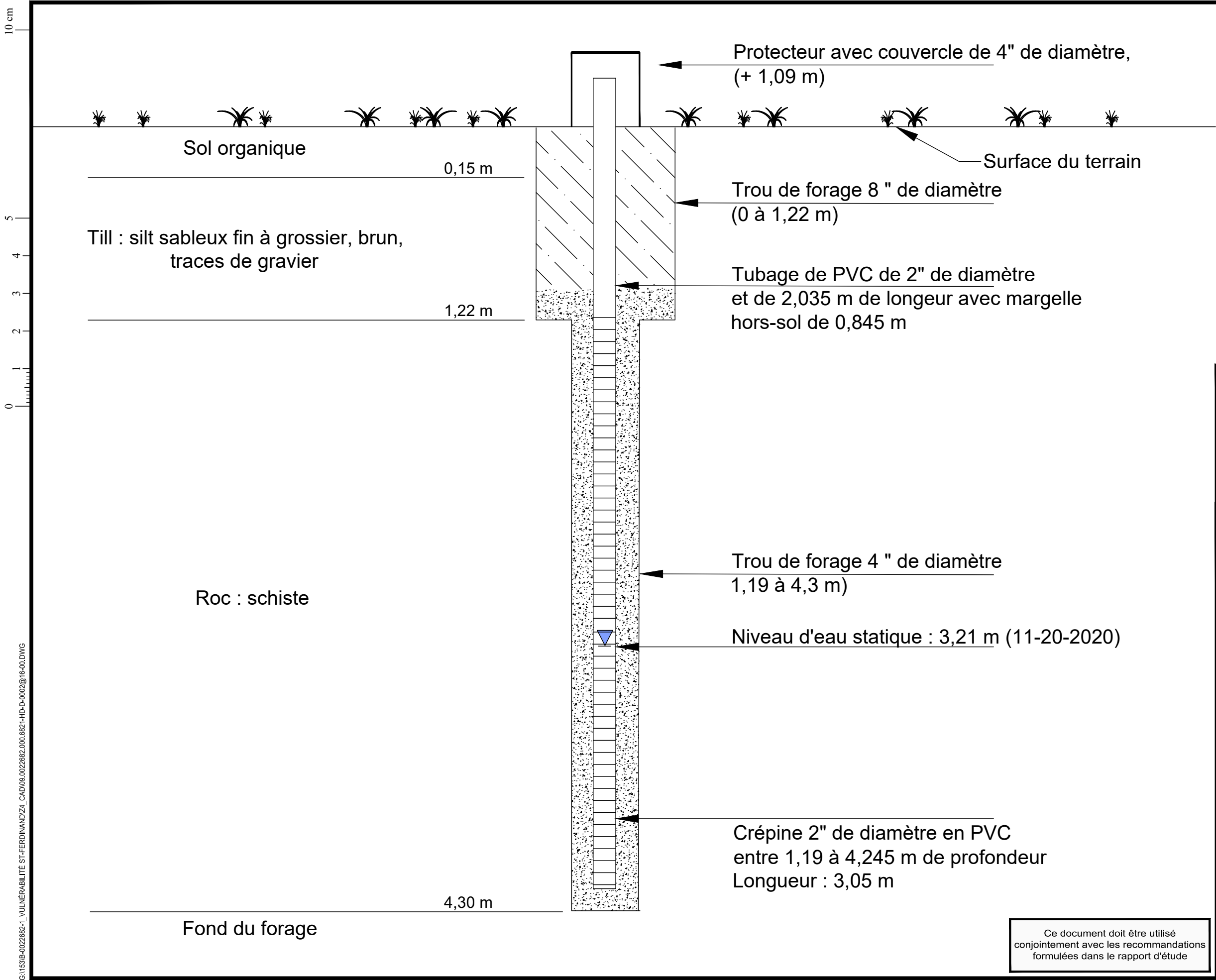
Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.		
Échelle : 1:2 500		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro		
Date : 05-02-2021		No. de figure : 14				
Mise en page : 0014		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :		
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0014 00

I/C-1 : zone industrielle et commerciale

R-6 : zone résidentielle

A-25 : zone agrotouristique

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

Bentonite : De 0 à 0,84 m

Sable de silice : De 0,84 à 4,30 m

Échelle

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand



Englobe Corp.
1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

Schéma d'aménagement du puits d'observation PO-01-20

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : Aucune échelle		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 15			
Mise en page : 0015-SCHEMA1		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :	
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin
05	0022682	000.6821	GS	D	0015 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude

Annexe 2 Document photographique



Photo 1 – Vue de la source 4a.



Photo 2 – Vue de la source 4b.



Photo 3 – Vue de la source 5.



Photo 4 – Vue de la source Laframboise.



Photo 5 – Vue du collecteur C-1.



Photo 6 – Vue de l'intérieur du collecteur C-1.



Photo 7 – Vue du collecteur C-2.



Photo 8 – Vue de l'intérieur du collecteur C-3.



Photo 9 – Vue du collecteur C-4.



Photo 10 – Vue de l'intérieur du collecteur C-4.



Photo 11 – Vue de l'intérieur du collecteur C-5.



Photo 12 – Vue du collecteur C-6.



Photo 13 – Vue de l'intérieur du collecteur C-6.



Photo 14 – Chambre de collecte des eaux des collecteurs C-1 à C-6 et du puits Gros Boissonneault.



Photo 15 – Intérieur de la chambre de collecte des eaux des collecteurs C-1 à C-6 et du puits Gros Boissonneault.



Photo 16 – Vue du puits Gros Boissonneault.



Photo 17 – Vue du puits Petit Boissonneault.



Photo 18 – Vue du puits P-1.



Photo 19 – Visée est. Vue du puits du Garage et de l'aire de protection immédiate.



Photo 20 – Vue du puits du Garage.



Photo 21 – Vue des objets présents à l'intérieur et à proximité du périmètre de protection immédiat du puits du Garage.



Photo 22 – Vue des objets présents à l'intérieur et à proximité du périmètre de protection immédiat du puits du Garage.



Photo 23 – Visée ouest. Vue de l'usine de traitement de l'eau potable.



Photo 24 – Vue de la génératrice à l'intérieur de l'installation de pompage et de traitement.



Photo 25 – Vue du doseur d'hypochlorite en solution à l'intérieur de l'installation de traitement.



Photo 26 – Vue des réservoirs (100 L) d'hypochlorite de sodium.



Photo 27 – Entreposage de l'hypochlorite de sodium.



Photo 28 – Vue du système d'injection d'hypochlorite de sodium dans le réseau.



Photo 29 – Vue du panneau de contrôle Schneider, à l'intérieur du poste de pompage et de traitement.



Photo 30 – Vue du système de trop-plein du système de distribution en eau de la Municipalité de Saint-Ferdinand

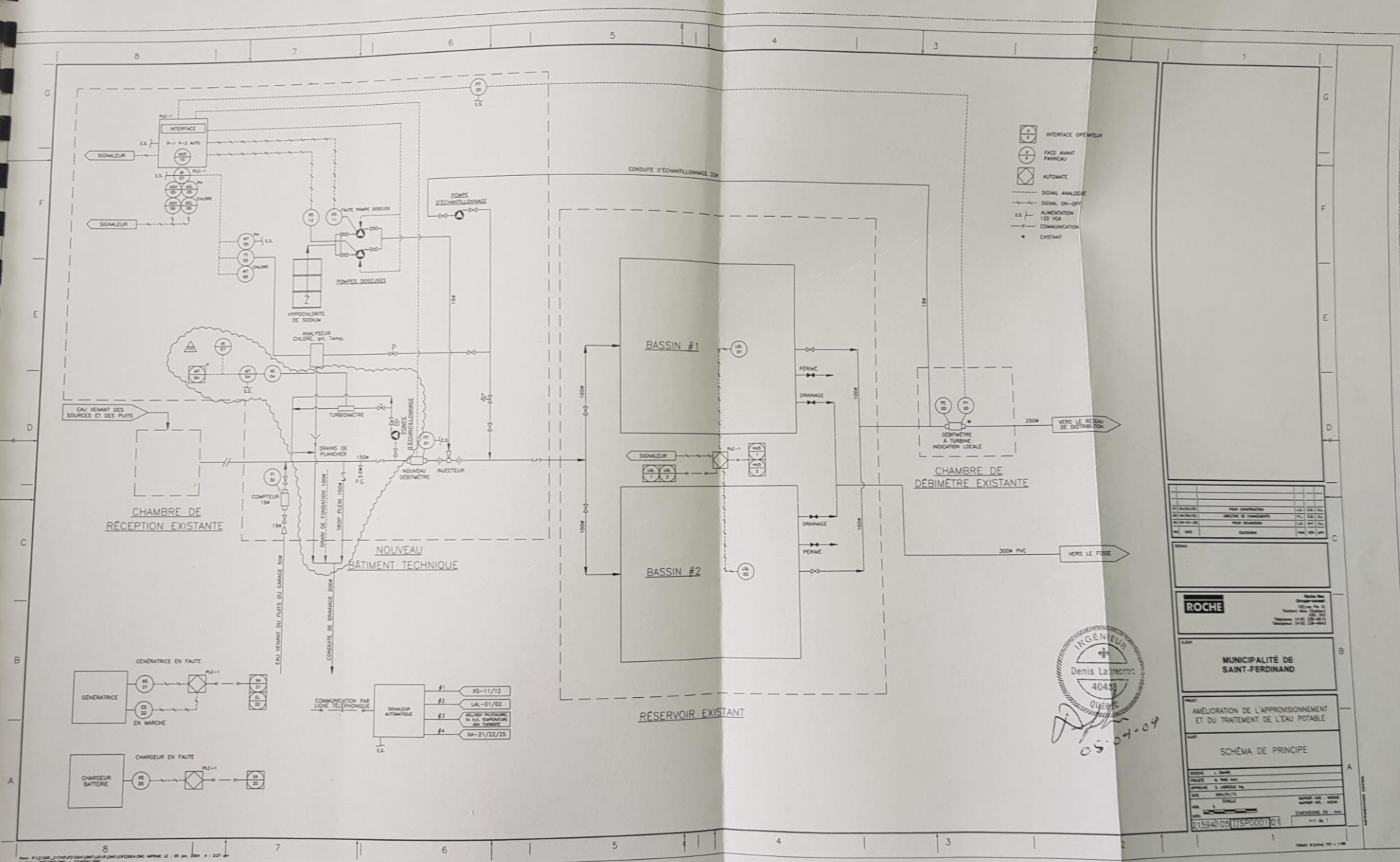


Photo 31 – Visée nord-ouest. Vue du réservoir en eau potable de la Municipalité de Saint-Ferdinand.

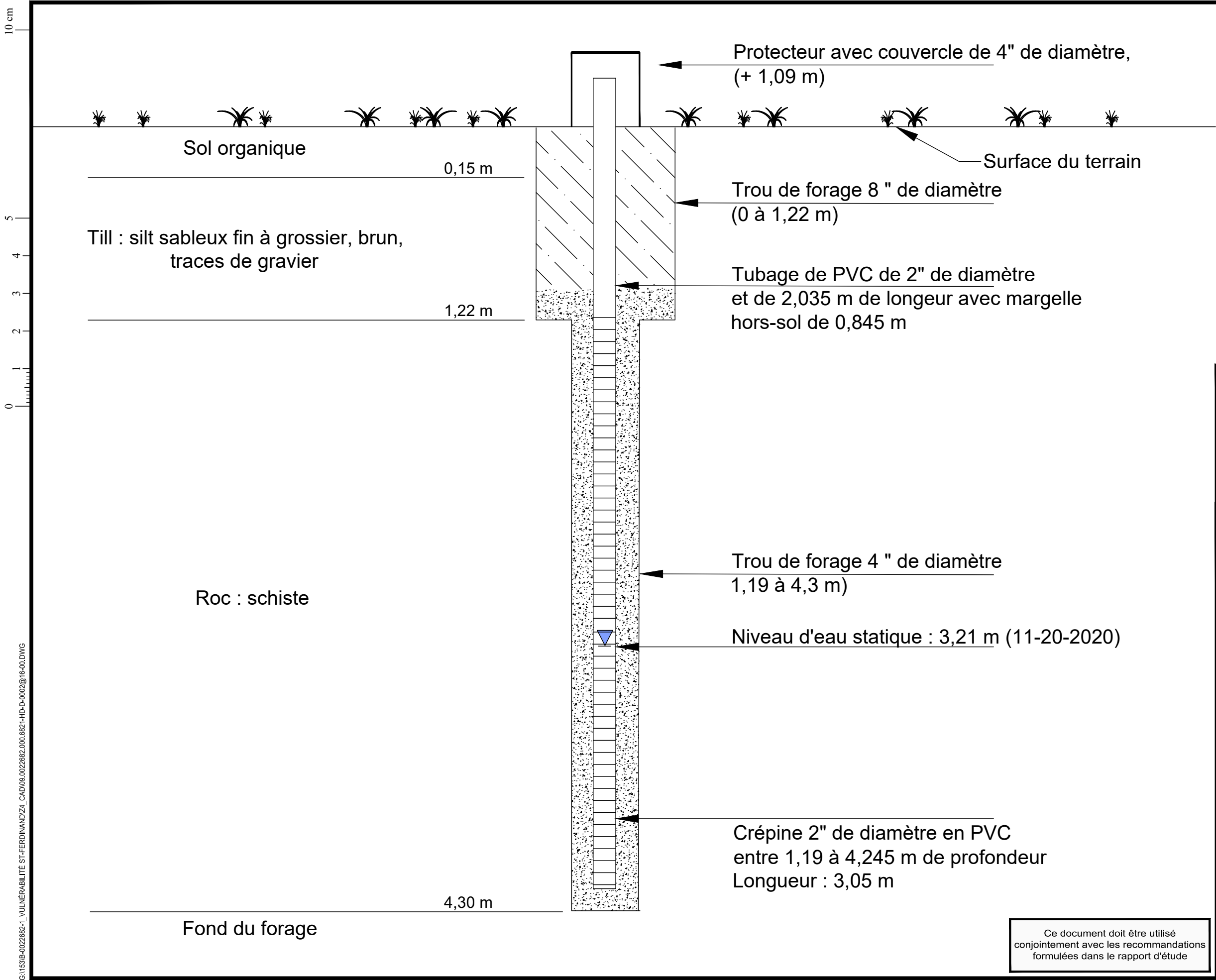


Photo 32 – Vue de l'intérieur du réservoir en eau potable de la Municipalité de Saint-Ferdinand.

Annexe 3 Plan de l'usine de traitement



Annexe 4 Puits d'observation



LÉGENDE :

Bentonite : De 0 à 0,84 m

Sable de silice : De 0,84 à 4,30 m

Échelle

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand



Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

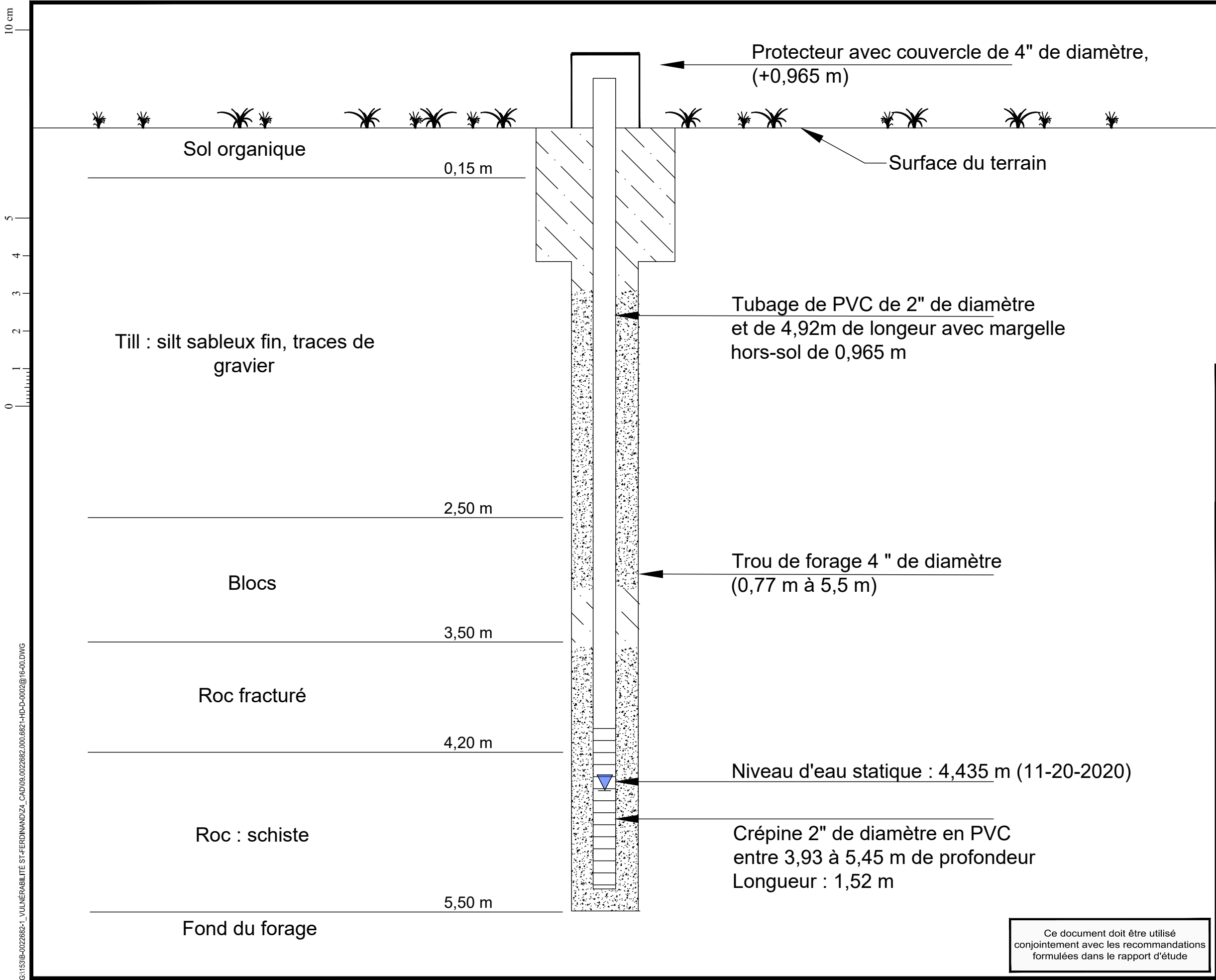
St-Ferdinand, Québec

Titre

Schéma d'aménagement du puits d'observation PO-01-20

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : Aucune échelle		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 15			
Mise en page : 0015-SCHEMA1		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :	
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin
05	0022682	000.6821	GS	D	0015 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

- Bentonite : De 0 à 0,77 m et 3,20 à 3,50 m
- Sable de silice : De 0,77 à 3,20 m et 3,50 et 5,5 m

Échelle

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

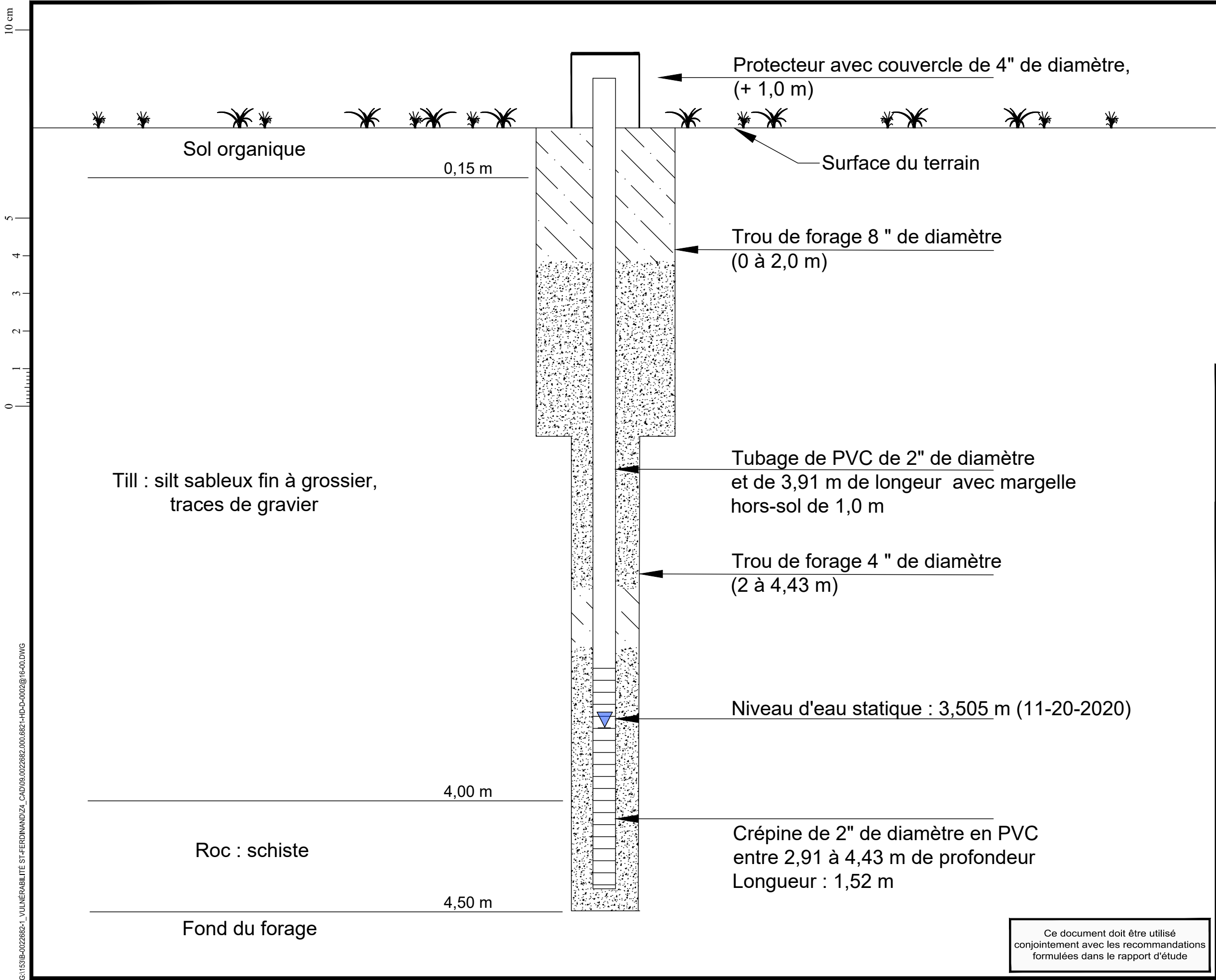
Titre

Schéma d'aménagement du puits d'observation PO-02-20

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.	
Échelle : Aucune échelle		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro	
Date : 05-02-2021		No. de figure : 16			
Mise en page : 0016-SCHEMA2		Format papier : ANSI full bleed B (17.00 x 11.00 pouces)		No. d'enregistrement :	

Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0016 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude



LÉGENDE :

Bentonite : De 0 à 0,48 m et 2,10 à 2,44 m

Sable de silice : De 0,48 à 2,10 m et 2,44 et 4,5 m

Échelle

Ce document est l'œuvre d'Englobe Corp. Toute reproduction, diffusion ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir préalablement obtenu l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Aucune information contenue dans ce document ne peut être utilisée par un tiers sans l'autorisation écrite d'Englobe et de son Client. Englobe Corp. se dégage de toute responsabilité pour toute reproduction, diffusion, adaptation ou utilisation non autorisée du document.

Client

Municipalité de St-Ferdinand

Englobe Corp.

1309, boul. Saint-Paul
Chicoutimi, Québec
G7J 3Y2
418-698-6827

Projet

Rapport d'analyse de la vulnérabilité des sources et des puits pour le prélèvement d'eau souterraine à Saint-Ferdinand

St-Ferdinand, Québec

Titre

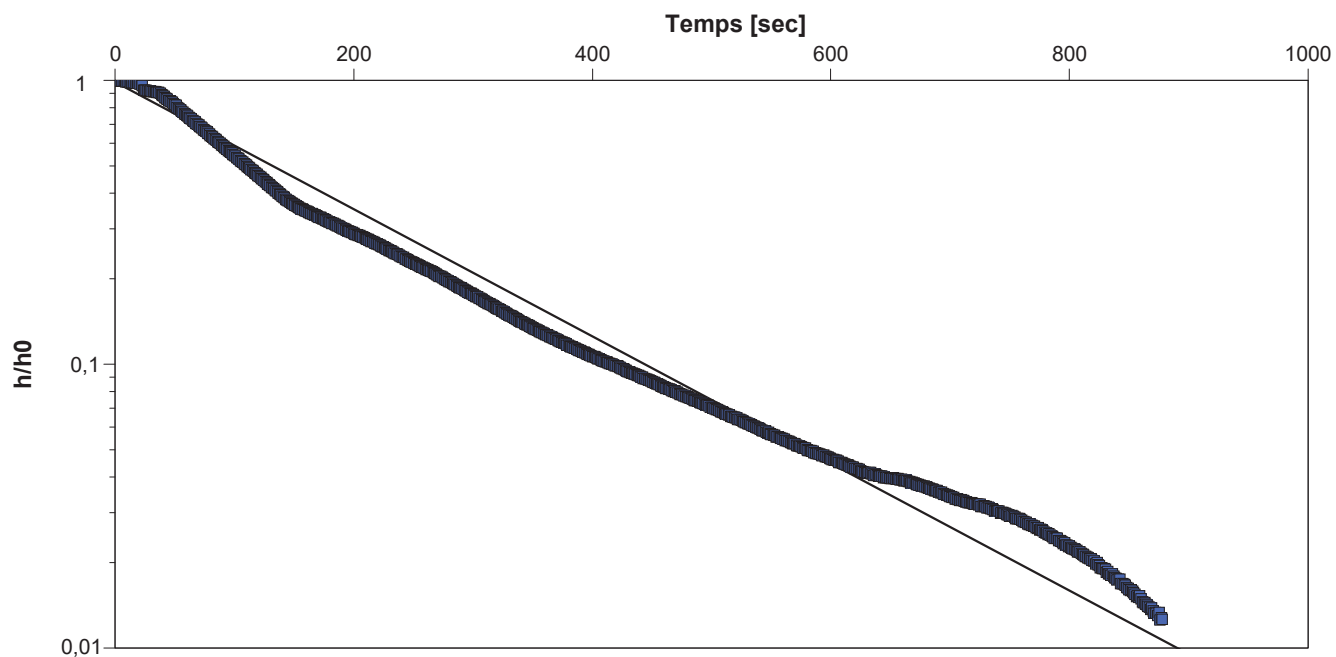
Schéma d'aménagement du puits d'observation PO-03-20

Discipline : Hydrogéologie		Préparé par : D. Le Gall, M.Sc.A.		Vérifié par : A-Pier Elliott, M.Sc.A.		
Échelle : Aucune échelle		Dessiné par : R. Careau		Approuvé par : S. Bouchand, géo, M.Sc.A., hydro		
Date : 05-02-2021		No. de figure : 17				
Mise en page : 0017-SCHEMA3		Format papier : ANSI full bleed B (17,00 x 11,00 pouces)		No. d'enregistrement :		
Resp.	Projet	OTP	Projet/ Disc	Phase/ Type	Réf. élec. / No.Dessin	Rév.
05	0022682	000.6821	GS	D		0017 00

Ce document doit être utilisé conjointement avec les recommandations formulées dans le rapport d'étude

Annexe 5 Résultats des essais de perméabilité

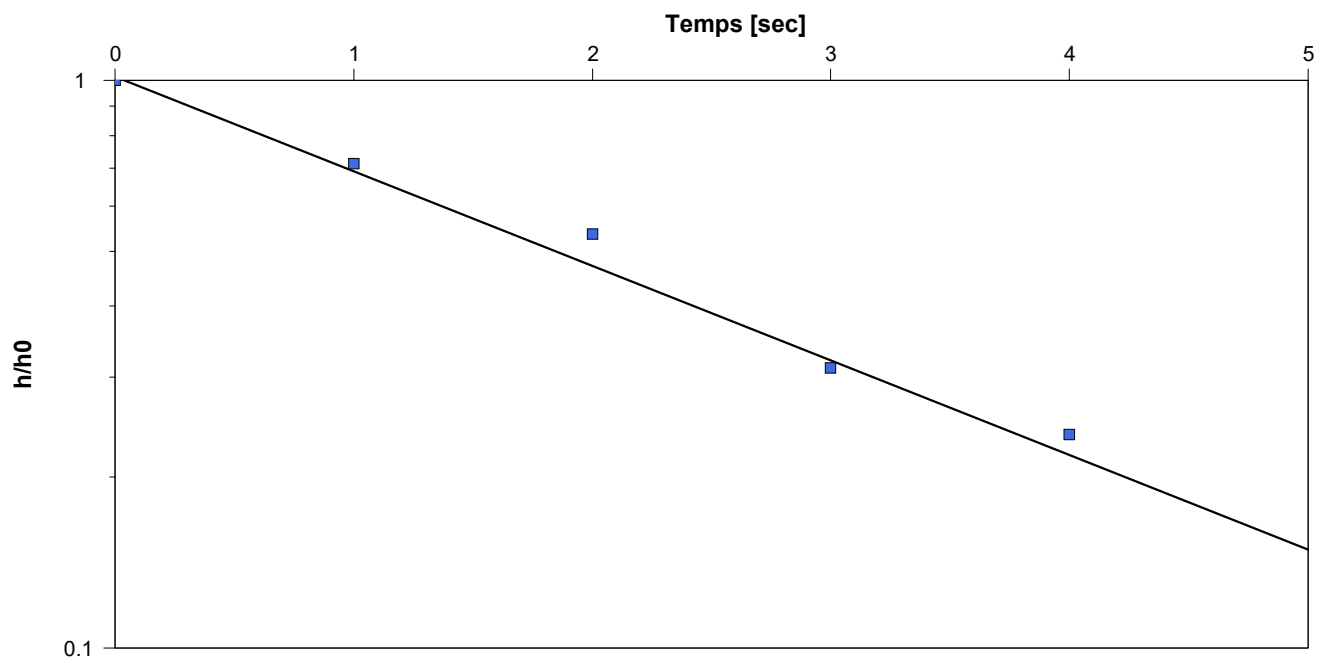
Localisation: Saint-Ferdinand PO-01-20	Test de perméabilité par injection	Puits : PO-01-20
Essai réalisé par : Tommy Boivin et Damien Le Gall		Date de l'essai : 26/11/20
Analyse réalisée par : Damien Le Gall		Date de l'analyse : 7/12/20
Épaisseur de l'aquifère : 1,19 m		



Méthode utilisée : Hvorslev

Puits d'observation	Conductivité hydraulique [m/s]	
PO-01-20	$4,59 \times 10^{-6}$	

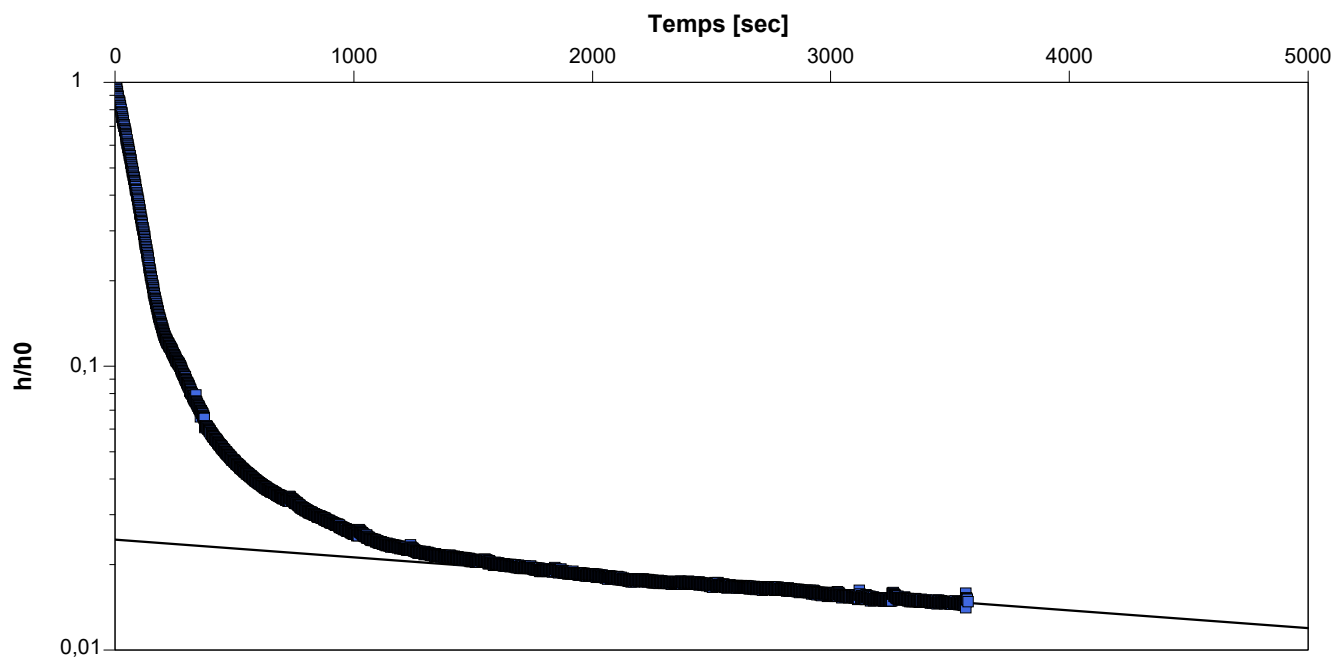
Localisation: Saint-Ferdinand P0-02-20	Test de perméabilité par injection	Puits : PO-02-20
Essai réalisé par : Tommy Boivin et Damien Le Gall		Date de l'essai : 26/11/20
Analyse réalisée par Damien Le Gall		Date de l'analyse : 7/12/20
Épaisseur de l'aquifère : 1,52 m		



Méthode utilisée : Hvorslev

Puits d'observation	Conductivité hydraulique [m/s]	
PO-02-20	$3,38 \times 10^{-4}$	

Localisation: Saint-Ferdinand P0-03-20	Test de perméabilité par injection	Puits : PO-03-20
Essai réalisé par : Tommy Boivin et Damien Le Gall		Date de l'essai : 26/11/20
Analyse réalisée par : Damien Le Gall		Date de l'injection : 7/12/20
Épaisseur de l'aquifère : 1,52 m		



Méthode utilisée : Hvorslev

Puits d'observation	Conductivité hydraulique [m/s]	
Puits PO-03-20	$1,08 \times 10^{-7}$	

Annexe 6 Tableaux des sources de surface

Annexe 7 Tableaux du puits Gros Boissonneault

Tableau A4-1 A: Niveaux de vulnérabilité des aires de protection - Sources de surface

[illegible]

Tableau A4-2 A: Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent - Sources de surface

Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Transport	Chemin d'accès au puits municipal et aux sources de surface - Ce chemin est uniquement utilisé pour accéder aux installations de prélèvement et de distribution d'eau potable, et à l'usine de traitement. Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident.	4562	Passage	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)			Hydrocarbures pétroliers	Faible	X	
	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)				Très faible		
Secteur résidentiel	Installations septiques individuelles - La municipalité ne possède pas de réseau d'égout dans le secteur, donc toutes les résidences ont une installation septique individuelle. Ce type d'installation peut rejeter des contaminants biologiques et des matières fertilisantes.	1990	Autres immeubles résidentiels	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contamination biologique	Élevé	X
					Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
				Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Contamination biologique	Moyen	
					Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
Agriculture	Culture diverse - Épandage de matières fertilisantes et de fumier sur les terres agricoles et pâturage.	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Contamination biologique	Moyen	X
					Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et contamination organique (pesticides, herbicides, nrites/nitrates).		
Ligne électrique Hydro-Québec	Transport de l'électricité - Épendage et/ou déversement accidentel de pesticides (phytocides) et circulation de véhicules pouvant rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou de déversement accidentel.	4821	Transport et gestion d'électricité en bloc	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides (phytocides) et hydrocarbures pétroliers	Faible	X

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

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	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers.	Transport	Chemin d'accès au puits municipal et aux sources de surface - Ce chemin est uniquement utilisé pour accéder aux installations de prélèvement et de distribution d'eau potable, et à l'usine de traitement. Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident.	4562	Passage	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Faible	X
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers vers le réseau hydrographique		Chemin d'accès à l'érablière - Ce chemin est uniquement utilisé pour accéder à l'érablière. Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident.			Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers	Très faible	X
					Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)			
Déversemnnent accidentel d'eau usée	Secteur résidentiel	Installations septiques individuelles - La municipalité ne possède pas de réseau d'égout dans le secteur, donc toutes les résidences ont une installation septique individuelle. Ce type d'installation peut rejeter des contaminants biologiques et des matières fertilisantes.	1990	Autres immeubles résidentiels	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Contamination biologique	Moyen	X
						Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
						Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
					Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Contamination biologique	Faible	
						Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
						Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et nrites/nitrates.		
Déversement accidentel de d'hydrocarbures pétroliers, pesticides, herbicides, nitrates/nitrites et de matières fertilisantes	Agriculture	Culture diverse - Épandage de matières fertilisantes et de fumier sur les terres agricoles et pâturage.	8132	Culture de céréales, de plantes oléagineuses et de légumineuses	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Contamination biologique	Faible	X
						Contamination en matières fertilisantes (phosphores, azote etc.) et contamination organique (pesticides, herbicides, nrites/nitrates).		
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers ou de pesticides	Ligne électrique Hydro-Québec	Transport de l'électricité - Épendage et/ou déversement accidentel de pesticides (phytocides) et circulation de véhicules pouvant rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou de déversement accidentel.	4821	Transport et gestion d'électricité en bloc	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Pesticides (phytocides) et hydrocarbures pétroliers	Très faible	X

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

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
Zone agroforestière de type 3 (AFc-1 du plan de zonage secteur territoire de la municipalité d'Irlande)	Toutes les aires de protection	Affectation représentant un risque	Résidence : Habitation mixte, abri sommaire en milieu boisée	Les contaminants potentiels sont de nature biologique et des matières fertilisantes. Le risque est associé aux résidences ayant des installations septiques individuelles.
			Exploitation primaire : Agriculture, Foresterie, Minière, Carrière et Sablière	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Industrie et commerce : activités liées aux activités agricoles et forestières	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Services d'utilités publics	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
Zone îlots destructurés (AFc-1 du plan de zonage secteur territoire de la municipalité d'Irlande)	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidence : Habitation unifamiliale isolée, mixte, mobile, saisonnière et abri sommaire en milieu boisé	Les contaminants potentiels sont de nature biologique et des matières fertilisantes. Le risque est associé aux résidences ayant des installations septiques individuelles.
			Exploitation primaire : Agriculture, Foresterie, Minière, Carrière et Sablière	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Industrie et commerce : activités liées aux activités agricoles et forestières	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Services d'utilités publics	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
Zones agricoles dynamiques (AD 9 du plan de zonage secteur territoire de la municipalité d'Irlande)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Affectation représentant un risque	Résidence : Habitation mixte, abri sommaire en milieu boisée	Les contaminants potentiels sont de nature biologique et des matières fertilisantes. Le risque est associé aux résidences ayant des installations septiques individuelles.
			Exploitation primaire : Agriculture, Foresterie, Minière, Carrière et Sablière	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Industrie et commerce : activités liées aux activités agricoles et forestières	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
Affectation agricole viable (A-23 du plan de zonage secteur territoire de la municipalité de Saint-ferdinand)	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Affectation représentant un risque	Résidences	Les contaminants potentiels sont de nature biologique et des matières fertilisantes. Le risque est associé aux résidences ayant des installations septiques individuelles.
			Exploitation primaire : Agriculture, Foresterie, Minière, Carrière et Sablière	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Récréation : récréation à grand déploiement, récréation et hébergement touristique.	Le risque correspond à la présence de machineries et de véhicules (hydrocarbure, huile moteur etc.). Le risque dépend de la taille et du type de récréation mis en place
			Infrastructure de transport d'énergie	Le risque correspond à la présence de machineries et de véhicules (hydrocarbure, huile moteur etc.) et à l'utilisation de pesticides. Le risque dépend de l'activité mis en place et la taille de l'infrastructure.
			Les activités et usages agrotouristiques	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			La circulation routière et les infrastructures de télécommunication	Le risque correspond à la présence de véhicules et l'utilisation de sels de déglçage sur les routes l'hiver. Le risque dépend du type voies de circulation et de la taille des voies de circulation.

Tableau A4-5 A: Identification des problèmes avérés et des causes probables - Sources de surface

Identification du problème avéré	Description du problème avéré	Description des données ayant servi à définir le problème avéré	Indication des causes	Type de cause	Description de la cause	Aire ou combinaison d'aires de protection où est située la cause	Présence dans l'inventaire des activités anthropiques
Concentrations en coliformes totaux au-dessus des normes applicables	Résultats hors-normes pour les coliformes totaux en 2019.	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en colonies atypiques au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Forte concentration en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Résultat à 20% de la norme applicable en 2017	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en colonies atypiques et en coliformes au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Résultat à 50% de la norme applicable en 2019	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en baryum au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Forte valeur de turbidité dans l'eau distribuée	Résultat à 36% de la norme applicable en 2018	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en coliformes au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes valeurs de turbidité dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement avoir une valeur de turbidité élevée.	Toutes les aires de protection	Non

Annexe 8 Tableaux du puits du Garage

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

[illegible]

Tableau A4-2 C : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent - Puits du Garage

Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Code CUBF	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Transport	Chemins d'accès au puits municipal - Ce chemin est uniquement utilisé pour accéder aux installations de prélèvement et de distribution d'eau potable, et à l'usine de traitement. Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident.	4562	Passage	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
	Circulation de véhicules et application d'abrasif composé de sel sur les routes en hiver - Rang 6, Route de Vianney et Route 165 - Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident, et des chlorures sont épendus sur ces infrastructures routières secondaires durant l'hiver.	4530 et 4540	Artères principales et secondaires	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers et chlorures.		
				Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)		Faible	
Entreposage	Entreposage de divers objets (bancs, bacs de poubelle (neufs)s, tuyaux, quais, etc.) - Cette activité peut entraîner le rejet d'hydrocarbure par le transport des divers objets	6379	Autres entreposages	Aire de protection immédiate	Contamination en hydrocarbures pétroliers ou autres produits chimiques divers.	Très élevé	X
Arboriculture	Arboriculture ornementale - Cette activité peut entraîner le rejeter de pesticide et d'herbicide ainsi que le rejet d'hydrocarbure par l'utilisation de machines.	8136	Production d'arbres de Noël	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbure pétrolier	Élevé	X
					Contamination organique (pesticides et herbicides).		

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

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	Code CUBF de l'activité anthropique	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle est réalisée l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers.	Transport	Chemins d'accès au puits municipal - Ce chemin est uniquement utilisé pour accéder aux installations de prélèvement et de distribution d'eau potable, et à l'usine de traitement. Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident.	4562	Passage	Aire de protection immédiate	Hydrocarbures pétroliers	Moyen	X
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers et ruissellement des eaux chargées en chlorures vers le réseau hydrographique		Circulation de véhicule et application d'abrasif composé de sel sur les routes en hiver -Rang 6, Route de Vianney et Route 165 - Chemin Sainte-Sophie, Route de Vianney et Route 165 - Cette activité peut rejeter des hydrocarbures pétroliers en cas de fuites ou d'accident, et des chlorures sont épendus sur ces infrastructures routières secondaires durant l'hiver.	4530 et 4540	Artères principales et secondaires	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Hydrocarbures pétroliers et chlorures.	Faible	
					Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)		Très faible	
Déversement accidentel d'hydrocarbures pétroliers	Entreposage	Entreposage de divers objets (bancs, bacs de poubelle (neufs)s, tuyaux, radeaux, etc. - Cette activité peut entrainer le rejet d'hydrocarbure par le transport des divers objets	6379	Autres entreposages	Aire de protection immédiate	Contamination en hydrocarbures pétroliers	Élevé	X
Déversement accidentel de d'hydrocarbures pétroliers, pesticides et herbicides	Arboriculture	Arboriculture ornementale - Cette activité peut entrainer le rejeter de pesticide et d'herbicide ainsi que le rejet d'hydrocarbure par l'utilisation de machines.	8136	Production d'arbre de Noël	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Hydrocarbure pétrolier	Faible	X
						Contamination organique (pesticides et herbicides).		

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

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
Affectation résidentielle (R-6 du plan d'urbanisme de la municipalité de Saint-Ferdinand)	Aires de protection intermédiaire et éloignée (à l'exclusion de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidences unifamiliale, intergénérationnel et bifamilial	Les contaminants potentiels les produits chimiques associés aux produits d'entretiens. Le risque est proportionnel à la densité des résidences
			Équipements et infrastructures publics	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
Affectation industrielle et commerciale (I/C-1 du plan d'urbanisme de la municipalité de Saint-Ferdinand)	Aires de protection immédiate et intermédiaire	Affectation représentant un risque	Industries et commerces lourds	Le risque correspond à l'implantation d'industries et de commerces pouvant déverser des produits chimiques ou des hydrocarbures pétroliers. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Équipements et infrastructures publics	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
Affectation agrotouristique (A-25 du plan d'urbanisme de la municipalité de Saint-Ferdinand)	Aires de protection intermédiaire et éloignée (à l'exclusion de l'aire de protection immédiate)	Affectation représentant un risque	Résidences implantées	Les contaminants potentiels sont de nature biologique et des matières fertilisantes. Le risque est associé aux résidences ayant des installations septiques individuelles.
			Activités agricoles	Les contaminants potentiels sont les contaminants biologiques, organiques, inorganiques et les matières fertilisantes. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Ateliers d'artisanat	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Activités et usages agrotouristiques	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Infrastructure de transport d'énergie, de circulation routière, infrastructure de télécommunication	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.
			Exploitation primaire : Activité extractive de matériel meuble	Les contaminants potentiels sont de nature diverse. Le risque est proportionnel à l'ampleur des activités qui seraient réalisées.

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

Identification du problème avéré	Description du problème avéré	Description des données ayant servi à définir le problème avéré	Indication des causes	Type de cause	Description de la cause	Aire ou combinaison d'aires de protection où est située la cause	Présence dans l'inventaire des activités anthropiques
Concentrations en colonie atypiques au-dessus des normes applicables	Résultats hors-normes pour les coliformes totaux en 2019.	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en colonies atypiques au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Forte concentration en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Résultat à 20% de la norme applicable en 2017	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en colonies atypiques et en coliformes au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Résultat à 50% de la norme applicable en 2019	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en baryum au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes concentrations en coliformes totaux dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement contenir des coliformes totaux.	Toutes les aires de protection	Non
Forte valeur de turbidité dans l'eau distribuée	Résultat à 36% de la norme applicable en 2018	Les certificats analytiques fournis par la Municipalité ont montré des résultats en coliformes au-dessus des normes du RQEP pour l'eau distribuée dans le réseau.	Présence de fortes valeurs de turbidité dans l'eau distribuée	Naturelle	L'eau souterraine peut naturellement avoir une valeur de turbidité élevée.	Toutes les aires de protection	Non

Annexe 9 Grille des spécifications des affectations du territoire

12 Habitation située en zone forestière, ajout de l'article 4.1.10

Après l'article 4.1.9, le nouvel article 4.1.10 suivant est ajouté :

4.1.10 Habitations situées en zone forestière (h10)

Sont de cette classe d'usages, les habitations unifamiliales isolées (incluant des maisons mobiles) situées en zone forestière à la condition suivante :

- L'habitation doit être érigée sur un emplacement adjacent à une rue, route ou un chemin public existant à l'entrée en vigueur du schéma d'aménagement révisé de la MRC des Appalaches (10 octobre 2002).

13 Usages autorisés par zone, remplacement des articles 4.9.1 à 4.9.6

Les articles 4.9.1, 4.9.2, 4.9.3, 4.9.4, 4.9.5 et 4.9.6 sont remplacés par les nouveaux articles 4.9.1 à 4.9.8 suivants :

4.9.1 Zones agricoles dynamiques AD

Dans les zones AD, sont autorisés les usages suivants :

- Habitation mixte (h3)
- Habitation située en zone agricole dynamique (h7)
- Abri sommaire en milieu boisé (h11)
- Commerce et service complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liés à une entreprise agricole ou forestière (c5)
- Industries complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liées à une entreprise agricole ou forestière (i3)
- Services d'utilités publics (p6) à l'exception des usages réseaux d'eau potable et de collecte des eaux usées
- Exploitation agricole (a1)
- Exploitation forestière (f1)
- Exploitation minière (m1)
- Carrière et sablière (m2)

4.9.2 Zones agricoles AG

Dans les zones AG, sont autorisés les usages suivants :

- Habitation mixte (h3)
- Habitation située en zone agricole (h8)

4.9.6 Zones îlots déstructurés avec morcellement ID

Dans les zones ID, sont autorisés les usages suivants :

- Habitation unifamiliale isolée (h1-1)
- Habitation mixte (h3)
- Habitation mobile (h5)
- Habitation saisonnière (h6)
- Abri sommaire en milieu boisé (h11)
- Commerce et service complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liés à une entreprise agricole ou forestière (c5)
- Commerces et services complémentaires aux activités agricoles ou forestières (c6)
- Services d'utilités publics (p6) à l'exception des usages réseaux d'eau potable et de collecte des eaux usées
- Exploitation agricole (a1)
- Exploitation forestière (f1)
- Exploitation minière (m1)
- Carrière et sablière (m2)

4.9.7 Zones forestières FOR

Dans les zones FOR sont autorisés les usages suivants :

- Habitation mixte (h3)
- Habitation située en zone forestière (h10)
- Abri sommaire en milieu boisé (h11)
- Commerce et service complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liés à une entreprise agricole ou forestière (c5)
- Commerces et services complémentaires aux activités agricoles ou forestières (c6)
- Industries complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liées à une entreprise agricole ou forestière (i3)
- Industries complémentaires liées aux activités agricoles ou forestières (i4)
- Services d'utilités publics (p6) à l'exception des usages réseaux d'eau potable et de collecte des eaux usées
- Exploitation agricole (a1)
- Exploitation forestière (f1)
- Exploitation minière (m1)

-
- Habitation mixte (h3)
 - Habitation située en zone agroforestière (h9-2)
 - Abri sommaire en milieu boisé (h11)
 - Commerce et service complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liés à une entreprise agricole ou forestière (c5)
 - Commerces et services complémentaires aux activités agricoles ou forestières (c6)
 - Industries complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liées à une entreprise agricole ou forestière (i3)
 - Industries complémentaires liées aux activités agricoles ou forestières (i4)
 - Services d'utilités publics (p6) à l'exception des usages réseaux d'eau potable et de collecte des eaux usées
 - Exploitation agricole (a1)
 - Exploitation forestière (f1)
 - Exploitation minière (m1)
 - Carrière et sablière (m2)

4.9.5 Zones agroforestières de type 3 AFc

Dans les zones AFc, sont autorisés les usages suivants :

- Habitation mixte (h3)
- Habitation située en zone agroforestière (h9-3)
- Abri sommaire en milieu boisé (h11)
- Commerce et service complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liés à une entreprise agricole ou forestière (c5)
- Commerces et services complémentaires aux activités agricoles ou forestières (c6)
- Industries complémentaires aux activités agricoles ou forestières et liées à une entreprise agricole ou forestière (i3)
- Industries complémentaires liées aux activités agricoles ou forestières (i4)
- Services d'utilités publics (p6) à l'exception des usages réseaux d'eau potable et de collecte des eaux usées
- Exploitation agricole (a1)
- Exploitation forestière (f1)
- Exploitation minière (m1)
- Carrière et sablière (m2)

Volet 2, LPTAAQ), et comprenant les projets résidentiels associés, tels que prévu par le *Plan de développement de la zone agricole*;

- 7° Les nouvelles voies de circulation routière, les infrastructures de télécommunication, de production et de transport d'énergie de « nature publique ».
- 8° Les infrastructures de transport d'énergie de caractère privé qui traversent le territoire sont autorisées seulement si elles desservent la communauté
- 9° Les activités et usages d'extraction et le traitement du matériel extrait sur place et excluant le matériel provenant de l'extérieur du site;
- 10° Les activités complémentaires à l'activité agricole principale (de nature commerciale ou de transformation) peuvent également être pratiquées chez un producteur agricole. Outre la vente de produits, l'accueil de visiteurs est possible.

De plus, la grille des usages inscrite au schéma pour cette affectation du territoire et les dispositions du document complémentaire du schéma s'appliquent dans cette affectation et également au niveau des dispositions prévues au règlement de zonage.

Par ailleurs, en complémentarité avec la mise en œuvre du PDZA de la MRC de L'Érable, une résidence ne répondant pas aux critères ci-hauts énumérés, pourra s'implanter aux conditions prévues au schéma et adoptées par la municipalité dans le cadre d'un *Règlement sur les usages conditionnels*.

10.2 AFFECTATION « AGRICOLE VIABLE »

Cette affectation, la plus importante dans la municipalité est constituée par une trame continue entrecoupée par des blocs de l'affectation Agricole *extensive appalachienne* et parfois contigus à l'affectation *Agrotouristique*.

10.2.1 OBJECTIFS

Dans cette affectation, les espaces agricoles alternent avec les espaces forestiers. Malgré qu'il n'y ait pas de prédominance entre l'agricole et le forestier, la primauté est donnée à l'agriculture.

Dans cette foulée, l'objectif global est de favoriser une occupation renouvelée par la dynamisation des activités agricoles et agroforestières résultant ainsi, en un territoire plus occupé (habité).

De cette volonté découle les objectifs suivants :

- a) Les usages et les activités agricoles priment, mais certaines activités telles que l'agriculture à temps partiel, les ateliers artisanaux et les autres usages et activités compatibles peuvent être envisagés;
- b) L'agriculture est pratiquée afin de favoriser son développement et atteindre son plein potentiel et ce, en tenant compte des particularités naturelles et humaines du milieu;
- c) L'agriculture est pratiquée selon les principes reconnus du développement durable;
- d) L'agriculture est pratiquée en tenant compte des balises que sont les règles de la cohabitation harmonieuse;
- e) L'agriculture est pratiquée en considérant les espaces forestiers présents et l'importance qu'ils ont pour l'économie locale et régionale;
- f) La dynamisation du milieu rural s'amorce par le biais des initiatives de développement compatibles avec l'agriculture et la forêt, surtout dans les espaces plus affectés par la décroissance démographique ou la dévitalisation;
- g) La mise en œuvre du plan de développement de la zone agricole s'effectuera en bonne partie dans cette partie du territoire agricole de la MRC de L'Érable, lequel recèle parmi les meilleures caractéristiques pour une occupation renouvelée et dynamique.

10.2.2 USAGES PERMIS

En conformité avec ces objectifs, les usages et activités suivants sont permis dans cette affectation:

- 1° Les usages et activités agricoles reconnus au sens de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, incluant bien entendu les usages et activités liés à la sylviculture;
- 2° Les résidences implantées en vertu des articles 40, 101 et 105 de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*;
- 3° Les résidences implantées dans des îlots déstructurés reconnus par la CPTAQ;
- 4° Les ateliers d'artisans ruraux tels que définis à la Politique particulière d'aménagement de la zone agricole et selon les conditions édictées, et tels que reconnus au présent schéma d'aménagement et de développement révisé;

- 5° Les activités et usages agrotouristiques, et ceux qui y sont associés, tels que:
- Cabane à sucre où l'on sert des repas chez le producteur (commerciale ou non);
 - Table champêtre, table campagnarde;
 - Gîte à la ferme, gîte touristique, résidence de tourisme;
 - Visite à la ferme, camp de vacances à vocation agricole ou forestière;
 - Vente de produit agricole, horticole, kiosque de vente des produits de la ferme;
 - Activités agrotouristiques temporaires (fête champêtre agricole, festivals);
 - Économusée agricole et centre d'interprétation agricole;
 - Relais du terroir.
- 6° Les nouvelles voies de circulation routière, les infrastructures de télécommunication, de production et de transport d'énergie de « nature publique »;
- 7° Les infrastructures de transport d'énergie de caractère privé qui traversent le territoire sont autorisées seulement si elles desservent la communauté;
- 8° Les activités et usages d'extraction et le traitement du matériel extrait sur place et excluant le matériel provenant de l'extérieur du site;
- 9° Les activités complémentaires à l'activité agricole principale (de nature commerciale ou de transformation) peuvent également être pratiquées chez un producteur agricole. Outre la vente de produits, l'accueil de visiteurs est possible;
- 10° Des usages liés à la récréation et au tourisme peuvent être possibles dans la mesure où ceux-ci ne peuvent pas être implantés ailleurs sur le territoire. Également, ces usages ne peuvent imposer des contraintes de distances séparatrices à l'égard de productions agricoles d'élevage.

De plus la grille des usages inscrites au schéma pour cette affectation du territoire et les dispositions du document complémentaire du schéma s'appliquent dans cette affectation et également au niveau des dispositions prévues au règlement de zonage.

Par ailleurs, en complémentarité avec la mise en œuvre du PDZA de la MRC de L'Érable, une résidence ne répondant pas aux critères ci-hauts énumérés pourra

s'implanter aux conditions prévues au schéma et adoptées par la municipalité dans le cadre d'un règlement sur les usages conditionnels.

10.3 AFFECTATION « AGROTOURISTIQUE »

Le territoire de l'affectation *Agrotouristique* inclut la vallée de la rivière Bécancour et le lac William et comprend la vallée immédiate ainsi que l'ensemble de ses versants. La délimitation « extérieure » de cette aire d'affectation est positionnée non pas en fonction de limites de lots, de chemins ou autre entités anthropiques mais plutôt en fonction de la topographie (ligne de crête des versants donnant vers le fond de la vallée principale).

Cette affectation offre un fort potentiel pour le développement de l'agrotourisme ainsi que pour les activités et usages agricoles différents ou pratiqués de manière moins conventionnelles.

Les élevages avec contraintes sont peu nombreux sur ce territoire appalachien qui offre plutôt une forte proportion d'élevages de bovins (laitiers ou de boucherie). Malgré les nombreuses, et par endroit importantes zones inondables, seuls quelques secteurs agricoles du fond de la vallée permettent une agriculture conventionnelle plus intensive.

La délimitation « intérieure » de cette affectation constitue la transition entre les espaces voués aux usages et activités agricoles et les usages et activités urbaines, récréatives et de villégiature dans le fond de la vallée, autour du lac William.

Ces espaces constituent donc une zone de transition urbaine – agricole qui donne la priorité à l'agriculture mais dans un esprit d'ouverture face aux secteurs sensibles liés à la villégiature et aux potentiels agricoles que ces secteurs sont susceptibles d'amener.

Le développement des activités et usages agricoles se traduit par des mesures qui favorisent certaines formes d'agriculture ayant des contraintes moins élevées relativement à la cohabitation harmonieuse. Cette affectation à caractère agricole et forestier, où l'acériculture occupe également une place importante, recèle des préoccupations particulières qui permettent de mettre en valeur les particularités territoriales de l'espace, comme par exemple ce qui concerne le paysage.

Les productions agricoles plus marginales ou associées aux produits de créneau, du terroir ou régionaux sont favorisées, sans toutefois nier les fondements agricoles du territoire, où les productions agricoles conventionnelles sont d'ailleurs toujours présentes. La densité des bâtiments d'élevage à forte charge d'odeur est une préoccupation non négligeable étant donné le caractère sensible lié à la cohabitation harmonieuse de la zone visée. La diversité des activités agricoles permises n'est toutefois pas régie, sauf les élevages à forte charge d'odeur dont la gestion des déjections animales est liquide, lesquels étant interdits.

Les objectifs pour cette affectation sont les suivants :

Objectifs

- Permettre le résidentiel à densité variable;
- Permettre certains commerces de services à la personne;
- Préalable au développement, réaliser un plan d'aménagement d'ensemble.

Usages autorisés

- Résidentiel;
- Commerce de services à la personne;
- Équipements et infrastructures publics.

Ajoutons qu'à l'extrémité nord de cette affectation, nous retrouvons un établissement hôtelier et un terrain de camping. De plus, la majorité des bâtiments ayant une valeur patrimoniale se situent dans cette affectation.

10.6.2.3 Affectation « Récréo-touristique » R/T

Cette affectation située à la limite nord du PU a une vocation orientée vers les activités touristiques. Elle comporte deux commerces, soit le Manoir du lac William, un établissement hôtelier reconnu au niveau régional et provincial et le Camping Plage de la Baie.

Objectif

- Maintenir et favoriser le développement récréo-touristique de cette affectation.

Usages autorisés

- Hébergement et restauration;
- Activités récréatives.

10.6.2.4 Affectations « Industrielles et commerciales »

a) Affectation Industrielle et commerciale I/C-1

Cette affectation d'une superficie de 26 ha est située entre la route 165 et le rang 6 ainsi qu'une partie de la rue Côte de l'Église. De par sa situation, celle-ci réduit les contraintes de cohabitation puisque la route 165 constitue une barrière physique entre le milieu résidentiel et industriel. De plus, la proximité de l'entrée sur la route 165, permet un accès facile au trafic lourd.

Dans cette affectation, nous retrouvons le garage municipal, des industries de transformation.

Quant aux espaces vacants, ils totalisent près de 15 ha et le plus grand bloc (11 ha) devrait faire l'objet d'une planification afin de maximiser les espaces aptes à être construits.

Les objectifs de cette affectation sont les suivants :

Objectifs

- Permettre seulement les usages industriels et les commerces lourds;
- Les usages industriels devront être sans contraintes de bruit, odeurs et autres en raison de la localisation de cette affectation qui domine le village et des vents dominants;
- Établir une planification du développement.

Usages autorisés

- Industriel et commerces lourds;
- Équipements et infrastructures publics.

c) Affectation Industrielle et commerciale I/C-2

Cette affectation située en bordure de la route 165 et à la limite nord du PU est entièrement utilisée à des fins industrielles et de commerces lourds. Les objectifs et usages autorisés sont les mêmes que dans l'affectation Industrielle et commerciale I/C-1.

10.6.3 LE PÉRIMÈTRE D'URBANISATION DU VILLAGE DE VIANNEY

Le périmètre d'urbanisation du village de Vianney a une superficie de 10.3 ha et est desservi par le réseau d'aqueduc.

Quant à l'utilisation du sol, le résidentiel constitue la grande majorité des bâtiments et au niveau de la dynamique résidentielle, il n'y a eu aucune construction depuis 2003.

A cet égard, les espaces vacants (1.75 ha) sont suffisants pour combler la demande jusqu'en 2023.

De ce constat, une seule affectation regroupera le périmètre :

a) Affectation « Résidentielle et commerciale »

Dans cette affectation, sera priorisé le résidentiel à faible densité et les commerces de services à la personne incluant les commerces de proximité.

Usages autorisés

- Résidentiel;

Objectifs

- Le maintien de la vocation résidentielle à faible densité;
- Permettre seulement les usages résidentiels;
- Préalable au développement des espaces vacants, un plan d'aménagement d'ensemble doit être déposé et accepté par la municipalité.

Usages autorisés

- Résidentiel unifamilial et intergénérationnel et bifamilial;
- Maison mobile;
- Usages complémentaires à l'habitation reliés aux services professionnels;
- Équipements et infrastructures publics.

c) **Affectation Résidentielle R-3**

Cette affectation est délimitée de façon générale entre la route 165, une partie de la rue principale, la Côte de l'Église et la limite sud du PU. Ajoutons que tous les bâtiments de cette affectation sont desservis par les réseaux d'aqueduc et d'égout.

Les usages présents dans cette affectation sont essentiellement du résidentiel et l'unifamilial (114) représente plus de 90 % du stock de logements; notons également la présence de quelques édifices à logements (5), six (6) chalets en bordure du lac et trois (3) commerces.

Également, outre les quelques terrains vacants répartis dans le milieu bâti, nous comptons plus de 17 ha d'espaces vacants situés entre le milieu bâti et la route 165. Bien que ces espaces soient importants, les contraintes topographiques, la configuration des terrains et la proximité de la route 165 font en sorte que les espaces réellement aptes à être construits sont beaucoup plus limités. A cet égard, afin de maximiser ces espaces potentiels, il y aurait lieu, que préalablement au développement, un plan d'aménagement d'ensemble soit déposé.

Les objectifs de cette affectation sont les suivants :

Objectifs

- Le maintien de la vocation résidentielle à faible densité;
- Permettre seulement les usages résidentiels;
- Préalable au développement des espaces vacants, un plan d'aménagement d'ensemble doit être déposé et accepté par la municipalité.

Usages autorisés

- Résidentiel unifamilial et intergénérationnel et bifamilial;
- Usages complémentaires à l'habitation reliés aux services professionnels;
- Équipements et infrastructures publics.

d) **Affectation Résidentielle de réserve (Rr-1) secteur Versant du Lac, faisant l'objet d'un Plan particulier d'urbanisme (voir page 72)**

Cette affectation sera orientée vers le résidentiel à faible densité. L'aménagement (construction résidentielle) de cette affectation se fera seulement lorsque les espaces vacants du périmètre d'urbanisation seront comblés à 66%.

Objectifs

- Développement résidentiel à faible densité;
- Débuter le prolongement de la rue et la construction résidentielle seulement lorsque les espaces vacants du PU seront comblés à 66 %;
- Les résidences seront raccordées au réseau d'égout.

Usages autorisés

- Résidentiel unifamilial et intergénérationnel;
- Usages complémentaires à l'habitation reliés aux services professionnels;
- Équipements et infrastructures publics.

10.6.2.2 Affectations « Résidentielles et commerciales »

Les affectations *Résidentielles et commerciales* constituent des « zones » où l'on observe une mixité des usages.

a) **Affectation Résidentielles et commerciales R/C-1**

Cette affectation comprend le centre du village et la rue Principale. Cette affectation est caractérisée par une mixité; plus de 50 % du stock de logements locatifs et près de 50 % des commerces, généralement des services à la personne, se situent dans cette affectation. Également, nous y retrouvons les bâtiments de nature publique, tels l'église et l'école primaire.

Enfin, il n'y a peu d'espaces vacants et la dynamique s'oriente plus vers le réaménagement urbain.

s'implanter aux conditions prévues au schéma et adoptées par la municipalité dans le cadre d'un règlement sur les usages conditionnels.

10.3 AFFECTATION « AGROTOURISTIQUE »

Le territoire de l'affectation *Agrotouristique* inclut la vallée de la rivière Bécancour et le lac William et comprend la vallée immédiate ainsi que l'ensemble de ses versants. La délimitation « extérieure » de cette aire d'affectation est positionnée non pas en fonction de limites de lots, de chemins ou autre entités anthropiques mais plutôt en fonction de la topographie (ligne de crête des versants donnant vers le fond de la vallée principale).

Cette affectation offre un fort potentiel pour le développement de l'agrotourisme ainsi que pour les activités et usages agricoles différents ou pratiqués de manière moins conventionnelles.

Les élevages avec contraintes sont peu nombreux sur ce territoire appalachien qui offre plutôt une forte proportion d'élevages de bovins (laitiers ou de boucherie). Malgré les nombreuses, et par endroit importantes zones inondables, seuls quelques secteurs agricoles du fond de la vallée permettent une agriculture conventionnelle plus intensive.

La délimitation « intérieure » de cette affectation constitue la transition entre les espaces voués aux usages et activités agricoles et les usages et activités urbaines, récréatives et de villégiature dans le fond de la vallée, autour du lac William.

Ces espaces constituent donc une zone de transition urbaine – agricole qui donne la priorité à l'agriculture mais dans un esprit d'ouverture face aux secteurs sensibles liés à la villégiature et aux potentiels agricoles que ces secteurs sont susceptibles d'amener.

Le développement des activités et usages agricoles se traduit par des mesures qui favorisent certaines formes d'agriculture ayant des contraintes moins élevées relativement à la cohabitation harmonieuse. Cette affectation à caractère agricole et forestier, où l'acériculture occupe également une place importante, recèle des préoccupations particulières qui permettent de mettre en valeur les particularités territoriales de l'espace, comme par exemple ce qui concerne le paysage.

Les productions agricoles plus marginales ou associées aux produits de créneau, du terroir ou régionaux sont favorisées, sans toutefois nier les fondements agricoles du territoire, où les productions agricoles conventionnelles sont d'ailleurs toujours présentes. La densité des bâtiments d'élevage à forte charge d'odeur est une préoccupation non négligeable étant donné le caractère sensible lié à la cohabitation harmonieuse de la zone visée. La diversité des activités agricoles permises n'est toutefois pas régie, sauf les élevages à forte charge d'odeur dont la gestion des déjections animales est liquide, lesquels étant interdits.

De ces constats découlent les objectifs suivants :

10.3.1 OBJECTIFS

- 1° Les usages et les activités agricoles favorisant la cohabitation harmonieuse priment sur ce territoire agricole. L'agriculture à temps partiel, les ateliers artisanaux et les autres usages et activités compatibles avec ceux plus traditionnels et intensifs sont également compatibles;
- 2° L'agriculture est pratiquée afin de favoriser son développement et atteindre son plein potentiel et ce, en tenant compte des particularités du milieu;
- 3° L'agriculture est pratiquée selon les principes reconnus du développement durable;
- 4° L'agriculture est pratiquée en tenant compte des balises que sont les règles de la cohabitation harmonieuse, lesquels sont particulièrement importantes dans ce secteur;
- 5° L'agrotourisme et l'agriculture se développent dans cet espace rural affecté par une décroissance démographique importante, tout en permettant une cohabitation harmonieuse entre les fonctions urbaines, de villégiature et récréo-touristiques bordant les lacs avec le territoire agricole plus dynamique autour;
- 6° Cette affectation est une zone de choix pour les nouvelles cultures et les nouveaux élevages (créneaux, terroir), compte tenu des différents attraits, atouts et caractéristiques territoriaux, tels que la clientèle à proximité, l'attrait paysager, les caractéristiques pédoclimatiques, etc.;
- 7° Une préservation de la qualité du paysage rural ou agaire s'effectue;
- 8° La mise en œuvre du plan de développement de la zone agricole s'effectuera en bonne partie dans cette partie du territoire agricole de la MRC de L'Érable, lequel recèle parmi les meilleures caractéristiques pour une occupation renouvelée et dynamique.

Quant aux usages qui devraient être autorisés dans cette affectation, tout en reconnaissant la priorité aux activités agricoles, les caractéristiques particulières de cette affectation et l'occupation du territoire font en sorte que les préoccupations relatives à la cohabitation harmonieuse sont ciblées dans cette affectation.

10.3.2 USAGES ET ACTIVITÉS COMPATIBLES

Les usages et activités non agricoles n'y sont pas souhaitables. À ce titre, ils y sont presque totalement interdits. Les usages et activités permis sont les suivants :

- 1° Les usages et activités agricoles reconnus au sens de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*, incluant bien entendu les usages et activités liés à la sylviculture;
- 2° Les résidences implantées en vertu des articles 40, 101 et 105 de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles*;
- 3° Les résidences implantées dans des îlots déstructurés reconnus par la CPTAQ;
- 4° Les ateliers d'artisans ruraux tels que définis à la Politique particulière d'aménagement de la zone agricole et selon les conditions édictées, et tels que reconnus au présent schéma d'aménagement et de développement révisé ;
- 5° Les activités et usages agrotouristiques, et ceux qui y sont associés, tels que :
 - Cabane à sucre où l'on sert des repas chez le producteur (commerciale ou non);
 - Table champêtre, table campagnarde;
 - Gîte à la ferme, gîte touristique, résidence de tourisme;
 - Visite à la ferme, camp de vacances;
 - Vente de produit agricole, horticole, kiosque de vente des produits de la ferme;
 - Activités agrotouristiques temporaires (fête champêtre agricole, festivals); écomusée agricole et centre d'interprétation agricole ;
 - Écuries ayant une vocation touristique;
 - Relais du terroir.
- 6° L'agriculture à temps partiel, telle que définie au présent schéma (notamment ci-après), conditionnellement à une décision de la CPTAQ sur cette question (article 59, volet 2, LPTAAQ), et comprenant les projets résidentiels associés, tels que prévu par le *Plan de développement de la zone agricole*;
- 7° Les nouvelles voies de circulation routière, les infrastructures de télécommunication, de production et de transport d'énergie de « nature publique ».
- 8° Les infrastructures de transport d'énergie de caractère privé qui traversent le territoire sont autorisées seulement si elles desservent la communauté

- 9° Les activités et usages d'extraction de matériel meuble (sable et gravier) et le traitement du matériel extrait sur place et excluant le matériel provenant de l'extérieur du site;
- 10° Les activités complémentaires à l'activité agricole principale (de nature commerciale ou de transformation) peuvent également être pratiquées chez un producteur agricole. Outre la vente de produits, l'accueil de visiteurs est possible;
- 11° Des usages liés à la récréation et au tourisme peuvent être possibles dans la mesure où ceux-ci ne peuvent pas être implantés ailleurs sur le territoire (ex. piste cyclable). Également, ces usages ne peuvent imposer des contraintes de distances séparatrices à l'égard de productions agricoles d'élevage.

Par ailleurs, en complémentarité avec la mise en œuvre du PDZA de la MRC de L'Érable, une résidence ne répondant pas aux critères ci-hauts énumérés, pourra s'implanter aux conditions prévues au schéma et adoptées par la municipalité dans le cadre d'un règlement sur les usages conditionnels.

10.4 AFFECTATION « VILLÉGIATURE »

L'affectation *Villégiature* sur le territoire de la municipalité, est située autour du lac William et dans la partie amont du lac Joseph. Cette affectation entièrement située en zone blanche comporte une majorité de résidences permanentes (221 résidences / 149 chalets). Notons que cette affectation englobe les îlots déstructurés situés du côté de la rue ne donnant pas sur le lac.

D'une fonction orientée presque exclusivement vers la villégiature, les espaces adjacents et à proximité se sont transformés au fil des ans et se transforment encore aujourd'hui en une zone mixte en ce sens qu'elle s'oriente vers un milieu résidentiel à faible densité dont le centre d'intérêt est le lac William.

Dans la foulée de cette affectation, les objectifs d'aménagement, en conformité avec le schéma, sont les suivants :

10.4.1 OBJECTIFS

Planifier les usages et activités liés à la « villégiature » dans une vision d'harmonie et de respect du milieu naturel :

- Développer cette affectation en minimisant au maximum les impacts sur les milieux naturels et l'environnement par une protection des eaux et l'amélioration de sa qualité;
- Préserver les abords du lac en maintenant les caractéristiques naturelles;