

akifer

GÉNIE-CONSEIL / HYDROGÉOLOGIE / ENVIRONNEMENT

Source ingénieuse
de solution durable

Québec
1990, rue Cyrille-Duquet, bureau 210
Québec (Québec) G1N 4K8
T 418 872 1161

Varenes
2100, boulevard René-Gaultier, bureau 306
Varenes (Québec) J3X 1P1
T 450 929 2294

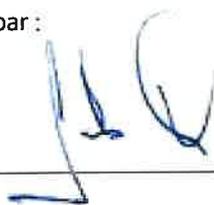
akifer.ca

Municipalité de Notre-Dame-de-La-Paix

RAPPORT HYDROGÉOLOGIQUE
Aires de protection des puits et problématique des nitrates

N/RÉF. : 21117-101 | LE 8 OCTOBRE 2021

Rédigé par :



Jules Denis, ing., M. Sc. (109582)
Chargé de projets senior en hydrogéologie

Révisé et approuvé par :



Gaëlle Carrier, ing. (131455)
Associée – Directrice hydrogéologie

akifer

GÉNIE-CONSEIL / HYDROGÉOLOGIE / ENVIRONNEMENT

TABLE DES MATIÈRES

1.0	INTRODUCTION	1
1.1	Mise en situation	1
1.2	Mandat	1
2.0	CONTEXTES DU SECTEUR D'ÉTUDE	1
2.1	Contexte géographique	1
2.2	Contexte géologique et hydrogéologique	2
3.0	DESCRIPTION ET RÉSULTATS DES TRAVAUX	3
3.1	Compilation des informations et localisation des travaux	4
3.2	Travaux de forage	5
3.2.1	Échantillonnage des sols	5
3.2.2	Installation et développement des puits d'observation	5
3.3	Essais de pompage	6
3.4	Échantillonnage et analyse d'eau	6
3.5	Localisation, nivellement et relevé piézométrique	7
4.0	INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS	8
4.1	Hydrostratigraphie	8
4.2	Écoulement de l'eau souterraine	9
4.2.1	Transmissivité (T)	9
4.2.2	Conductivité hydraulique (k)	9
4.2.3	Coefficient d'emmagasinement (S)	10
4.2.4	Porosité efficace (n)	10
4.3	Capacité spécifique	10
4.4	Débit d'exploitation des puits municipaux	11
4.5	Qualité de l'eau souterraine	11
5.0	AIRES DE PROTECTION ET RÉGLEMENTATION	12
5.1	Aires de protection immédiate	12
5.2	Aire de protection intermédiaire	13
5.3	Aire de protection éloignée	13
5.4	Vulnérabilité de l'aquifère	13
5.5	Inventaire des activités susceptibles d'affecter la qualité et la quantité de l'eau	14
6.0	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	14
6.1	Conclusion	14
6.2	Recommandations	16

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Localisation du secteur d'étude
Figure 2 :	Localisation des puits d'observation et des aires de protection des puits municipaux
Figure 3 :	Exploitation agricole visée par les aires de protection des puits municipaux

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Calendrier des travaux de terrain -----	4
Tableau 2 :	Résultats des essais de pompage-----	6
Tableau 3 :	Résultats des analyses des échantillons d'eau avec les normes pour l'eau potable -----	7

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 :	Figures 1 à 3
Annexe 2 :	Rapport de forage
Annexe 3 :	Données de pompage et graphiques d'interprétation
Annexe 4 :	Certificats d'analyses du laboratoire
Annexe 5 :	Détails de calculs des aires de protection et des indices DRASTIC

DISTRIBUTION

1 copie électronique :	Chantal Deslisle, directrice générale Municipalité de Notre-Dame-De-La-Paix
1 copie :	Groupe Akifer inc.

1.0 INTRODUCTION

1.1 Mise en situation

Les installations de captage d'eau potable de la municipalité de Notre-Dame-de-La-Paix sont situées près de l'intersection sud-est des rues Saint-Pierre et Saint-Jean-Baptiste. La localisation du secteur des puits municipaux est illustrée aux figures 1 et 2 de l'annexe 1. Les trois puits crépinés sont aménagés dans l'aquifère granulaire de surface et dans un rayon de 9 à 12 mètres l'un de l'autre. Des concentrations de nitrites et nitrates supérieures à 5 mg/litre, mais inférieures à la norme pour l'eau potable fixée à 10 mg/litre, ont été observées à plusieurs reprises dans l'eau potable de la municipalité depuis l'année 2015. Cette situation inquiète les autorités municipales qui désirent connaître la provenance de ces contaminants pour corriger la situation et sécuriser la qualité de l'eau de consommation de ces citoyens.

1.2 Mandat

La municipalité de Notre-Dame-de-La-Paix a retenu les services professionnels en hydrogéologie de Groupe Akifer inc. (Akifer) selon la résolution initiale no 2021-01-11#6 dans le but de déterminer l'origine des nitrites et nitrates dans l'eau souterraine qui alimente les puits municipaux et pour améliorer le suivi de la qualité de l'eau souterraine de la municipalité. Notre proposition initiale comprenait l'installation et l'échantillonnage de deux puits d'observation. Le mandat initial a ensuite été bonifié (installation et échantillonnage d'un 3^e et 4^e puits d'observation) pour préciser la direction d'écoulement et le suivi de la qualité de l'eau souterraine en amont hydraulique des puits municipaux.

Finalement, un rapport hydrogéologique doit être rédigé pour présenter les résultats en lien avec les nitrites et nitrates dans l'eau souterraine et pour évaluer les aires de protection des puits municipaux.

2.0 CONTEXTES DU SECTEUR D'ÉTUDE

2.1 Contexte géographique

La municipalité de Notre-Dame-De-La-Paix est située dans la région administrative de l'Outaouais, à environ 18 kilomètres au nord de la rivière Outaouais et de Montebello. Au point de vue de sa géographie, la municipalité se situe dans la région Laurentienne du Bouclier Canadien. Le territoire faiblement peuplé est à vocation agricole.

Les vallées tributaires de la rivière des Outaouais sont généralement d'orientation nord-sud et découpent le Bouclier canadien. L'altitude de ces vallées varie entre 100 et 250 mètres. Le relief est celui d'une plaine, étroite dans sa partie nord et s'élargissant vers le sud, ponctuée par des collines rocheuses (Rapport sur la cartographie des formations superficielles, MER, MB-2015-02).

La portion centrale du village de Notre-Dame-de-la-Paix présente un relief peu accidenté avec des élévations majoritairement comprises entre 190 et 195 mètres. Ces plaines sableuses sont découpées à l'ouest et au nord par la petite rivière Rouge, comprise entre 175 et 180 mètres d'élévation. Le ruisseau Sam découpe la portion sud-est du territoire, à des élévations comprises entre 183 et 187 mètres. La petite rivière Rouge et le ruisseau Sam sont tributaires de la rivière de la Petite Nation, qui se termine dans la rivière des Outaouais.

Les installations de captage d'eau potable de la municipalité de Notre-Dame-de-la-Paix (puits P-1, P-2 et P-3) sont situées dans le centre du village, en bordure est de la rue Saint-Pierre et au sud de la rue Notre-Dame. La localisation générale et détaillée du secteur des puits municipaux est présentée sur les figures 1 et 2 de l'annexe 1.

2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

Au point de vue géologique, le socle rocheux, à l'intérieur des limites de la municipalité, fait partie de la région géologique du Grenville et est constitué principalement de roches du Bouclier canadien (marbre, roches calco-silicatées, dolomie, schiste et quartzite).

Au niveau de la zone d'étude, les dépôts meubles qui recouvrent le socle rocheux ont été mis en place lors de la dernière glaciation et de la période de fonte glaciaire qui a suivi il y a près de 10 800 ans. Le socle rocheux s'est affaissé par l'importante couche de glace qui s'était accumulée pendant la dernière période glaciaire. La fonte glaciaire a créé une vaste étendue d'eau (mer de Champlain) jusqu'à l'élévation actuelle correspondant à près de 225 à 232 mètres pour le secteur d'étude. Les dépôts fins déposés par la mer ont permis la sédimentation de séquences silto-argileuses parfois très épaisses au-dessus du socle rocheux et des dépôts glaciaires. Des sédiments deltaïques ont été mis en place à l'embouchure des cours d'eau d'importance qui se déversaient dans la mer. Selon la cartographie des dépôts superficiels (MB-2015-02), les dépôts de surface sont majoritairement issus de sédiments glacio-marins deltaïques et prodeltaïques. Ils sont constitués de sable, sable graveleux et graviers stratifiés et bien triés jusqu'à 28 mètres de profondeur.

L'inventaire des puits et forages du *Système d'information hydrogéologique* (SIH) du ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) a permis de répertorier 72 forages et/ou puits sur le territoire de la municipalité. On dénombre 55 forages aménagés dans le socle rocheux et 17 autres qui se terminent dans les dépôts meubles. L'épaisseur des dépôts meubles des puits inventoriés dans le SIH varie de 0,0 à 48,4 mètres. Malheureusement, les informations des puits municipaux ne s'y retrouvent pas. On y retrouve toutefois les détails du puits du terrain de soccer (actuellement identifié puits de la patinoire) d'une profondeur dans le sable de 26,2 mètres, avec un débit estimé de 90,9 litres/minute lors de sa construction le 10 juillet 2006.

Il est important de spécifier que les capacités répertoriées du SIH sont souvent approximatives et qu'elles n'ont pas été validées avec des essais de pompage de longue durée. De plus, les données inscrites dans le registre des puits et forages du SIH comportent souvent des erreurs, car ces données proviennent

majoritairement des puisatiers et sont rarement validées par un professionnel reconnu en hydrogéologie. Néanmoins, ces données sont utiles, car souvent elles constituent les seules informations disponibles sur les utilisateurs d'eau d'un secteur.

Une recherche en eau souterraine pour l'irrigation a été effectuée en 2020 pour le compte des Pommes de Terre Laurentienne inc. L'étude réalisée par la firme Ogéo (Huard, S., Rapport d'étape 1, novembre 2020) nous a été gracieusement transmise par le producteur de Pommes de terre Laurentienne inc. On y retrouve les détails des forages de six puits réalisés à l'été 2020 à une distance de 870 à 1 730 mètres au sud-ouest des puits municipaux, en bordure de la rue Saint-Pierre et de la rue Notre-Dame (route 323). La localisation des forages est illustrée à la figure 1 de l'annexe 1.

Le forage F-1, réalisé à l'intersection de la rue Saint-Pierre et du rang Bruno, a intercepté le socle rocheux de composition granitique à une profondeur de 107 mètres. Le roc était surmonté d'argile et de silt argileux jusqu'à une profondeur de 25,9 mètres suivi de sable silteux jusqu'à une profondeur de 21,3 mètres. La séquence stratigraphique est coiffée par les sables deltaïques jusqu'à la surface. Le niveau de l'eau souterraine associée à l'aquifère rocheux se situait à près de 19,11 mètres de profondeur au site de ce forage. Le niveau de l'eau souterraine de l'aquifère granulaire de surface était à une profondeur de 5,81 mètres au site du forage F-2 localisé à proximité du forage F-1. Pour les forages F-5 et F-6, la base de l'aquifère libre granulaire de sable a été interceptée entre 13,7 et 19,8 mètres respectivement et les profondeurs d'eau souterraine étaient respectivement de 7,23 et 7,62 mètres.

Le forage F-3 a intercepté le socle rocheux à une profondeur de 43,4 mètres et était surmonté de dépôts granulaires fluvioglaciers jusqu'à une profondeur de 40,5 mètres. Ces dépôts granulaires sont enfouis sous une épaisse couche de silt argileux rencontrée à partir d'une profondeur de 4,57 mètres. Une couche de sable silteux d'une hauteur de 1,52 mètre est appuyée sur l'horizon de silt argileux surmonté de l'unité granulaire de sable en surface. Il n'y a pas d'indication sur le niveau de l'eau de l'aquifère granulaire de surface dont la base à ce forage est d'une profondeur de 3,05 mètres. Le niveau de l'eau de l'aquifère granulaire captif au contact du socle rocheux à ce site était à 7,96 mètres le 10 août 2020.

Les détails de construction des puits municipaux (P-1, P-2 et P-3) de Notre-Dame-de-la-Paix ne sont pas connus précisément. Les puits sont aménagés dans le sable à une profondeur théorique de 19,81 mètres (Envir-Eau, mai 2002).

3.0 DESCRIPTION ET RÉSULTATS DES TRAVAUX

Les travaux de terrain réalisés dans le cadre de cette étude ont été effectués selon l'échéancier présenté au tableau 1 de la page suivante. L'ensemble des interventions effectuées dans le cadre de ce dossier a été réalisé de façon sécuritaire, sous la supervision et la coordination des professionnels d'akifer.

Tableau 1 – Calendrier des travaux de terrain

Date	Travaux
11 mai 2021	Visite des installations existantes et des secteurs ciblés pour l'implantation des piézomètres
10 juin 2021	Forages et aménagement de trois puits d'observation (PZ-1, PZ-2, PZ-3)
11 juin 2021	Arpentage et nivellement, purge, essais de pompage et échantillonnage de l'eau souterraine des piézomètres et des puits municipaux (P-3 et patinoire)
8 juillet 2021	Forage aménagé en piézomètre (PZ-4), arpentage, purge, essais de pompage, échantillonnage de l'eau souterraine et d'un échantillon d'eau de surface (lac)

3.1 Compilation des informations et localisation des travaux

La première étape des travaux a consisté à faire la compilation et l'analyse des informations disponibles sur le site à l'étude. Les documents consultés dans le cadre de nos travaux sont :

- Rapport d'interprétation des essais de pompage aux puits P-1, P-2 et P-3, HGE, 8 décembre 1987;
- Rapport de conformité à l'article 25 du RCES des puits municipaux, Envir-Eau, 14 juin 2006;
- Projet d'information et de gestion des sources d'alimentation en eau potable pour la MRC de Papineau, Envir-Eau, mai 2002;
- Rapport PACES en Outaouais, Université Laval, juillet 2013;
- Cartes topographiques et images satellites du secteur d'étude;
- Cartes géologiques du SIGEOM;
- Compilation de la géologie du quaternaire, Rapport MB 2015-02;
- Système d'informations hydrogéologiques du Québec, SIH;
- Données de compilation des volumes de distribution d'eau potable de la municipalité entre le 16 juin 2015 et le 27 mai 2019.

Une visite des installations d'eau potable et des secteurs ciblés pour l'aménagement de piézomètres a été réalisée par un représentant d'Akifer le 11 mai 2021 en compagnie de monsieur Buck, ancien maire, conseiller de la municipalité et propriétaire des terres agricoles les plus près au sud-est des puits municipaux. Le but de la visite était de vérifier si des puits privés aménagés dans l'aquifère granulaire de surface étaient disponibles pour préciser la piézométrie locale en amont hydraulique des puits municipaux. Comme aucun puits privé n'était disponible en amont hydraulique des puits municipaux, les conditions d'accès des différentes cibles potentielles pour l'implantation des piézomètres ont été inspectées.

Selon les informations obtenues de la municipalité, les problèmes de nitrates dans les puits municipaux semblaient associés aux terres agricoles des pommes de terre Laurentienne inc. localisées au nord-est des puits municipaux. Considérant le contexte hydrogéologique local, une direction d'écoulement de l'eau souterraine vers le sud-ouest était possible. Les cibles de forages et d'aménagement des piézomètres ont donc été implantées dans un premier temps pour valider cette hypothèse.

Les trois puits de pompage municipaux exploités (P-1, P-2 et P-3) sont concentrés sur un périmètre clôturé (11 x 12 m) en bordure nord-est du bâtiment de service incendie. Le poste de pompage de l'eau brute est situé dans une annexe du bâtiment de service incendie et ne comporte pas de traitement d'eau. On y retrouve quatre réservoirs pneumatiques raccordés à la conduite de distribution principale. La capacité de production maximale des trois puits municipaux avait été estimée, pour l'année 2006, à 432 m³/jour (300 litres/minute) alors que la consommation moyenne maximale de la municipalité sur une période de 90 jours était de 84 m³/jour pour l'année 2015, dans l'intervalle de temps compris entre le 16 juin 2015 et le 25 mai 2019.

3.2 Travaux de forage

Quatre forages aménagés en puits d'observation ont été réalisés dans les dépôts meubles (PZ-1 à PZ-4). Les trois premiers ont été réalisés le 10 juin 2021 et suite aux résultats obtenus, un quatrième a été foré le 8 juillet 2021 pour préciser la piézométrie et la qualité de l'eau en amont des puits municipaux. Les forages ont été effectués à l'aide d'une foreuse à tarière évidée CME 55, montée sur une remorque de la compagnie Succession Forage George Downing Ltée. La profondeur des forages était comprise entre 8,46 et 12,80 mètres par rapport à la surface du sol.

3.2.1 Échantillonnage des sols

Des échantillons de sols ont été prélevés à intervalle maximal de 1,5 mètre à proximité du niveau de l'eau souterraine et jusqu'à la fin des forages au moyen d'un carottier fendu normalisé de 51 millimètres de diamètre et d'une longueur de 61 centimètres, permettant ainsi la mesure de l'indice de pénétration standard « N », conformément à la norme NQ 2501-140.

Au fur et à mesure de leur prélèvement, les échantillons de sols ont fait l'objet d'une description et d'observations visuelles. Les sols ont ainsi été qualifiés en fonction de leur nature à l'aide de la terminologie présentée dans les rapports des forages à l'annexe 2. Les résultats de ces observations sont inscrits sur chacun des rapports des forages.

3.2.2 Installation et développement des puits d'observation

Un puits d'observation a été aménagé à l'intérieur de chacun des quatre forages afin de mesurer le niveau de l'eau souterraine et de prélever un échantillon d'eau à des fins d'analyses chimiques. Tous les puits ont été aménagés dans l'aquifère libre granulaire de surface.

Les puits d'observation sont constitués de tubes de chlorure de polyvinyle (CPV) de 51 millimètres de diamètre intérieur à raccords vissés avec des ouvertures d'environ 0,25 millimètre. Les puits d'observation sont généralement crépinés près de la base du forage sur une hauteur de trois mètres et à plus de 1,5 mètre de profondeur sous le niveau de l'eau souterraine, de façon à s'assurer de pouvoir mesurer le niveau de la nappe d'eau en considérant les fluctuations saisonnières. Pour chaque puits, une enveloppe filtrante de sable de silice entoure toute la longueur de la section crépinée, en plus d'une partie du tubage plein au-dessus de la section crépinée.

Un bouchon de bentonite est présent autour du tubage plein pour empêcher l'infiltration d'eau de surface le long du tubage du puits qui représente un chemin préférentiel. Tous les puits d'observation sont munis d'un tubage protecteur hors sol avec un couvercle cadénassé au sommet. Les schémas montrant les caractéristiques des puits d'observation sont présentés sur les rapports des forages inclus à l'annexe 2.

À la suite de leur aménagement, les puits ont été développés conformément aux indications du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, cahier 3, afin de s'assurer de déloger les résidus de forage ainsi que les particules fines, qui pourraient colmater l'enveloppe de sable de silice et/ou s'infiltrer jusque dans le puits. La méthode utilisée a été par agitation (pistonage) à l'aide d'un anneau adapté. Le développement a été poursuivi jusqu'à ce que l'eau retirée du puits soit claire.

3.3 Essais de pompage

Un essai de pompage de courte durée (25 à 106 minutes) a été effectué à chacun des piézomètres afin d'évaluer la capacité spécifique des puits et la transmissivité de l'aquifère. Le tableau 2 ci-après présente les données des essais alors que le graphique d'interprétation figure à l'annexe 3.

Tableau 2 – Résultats des essais de pompage

Puits	Durée (min)	Débit Litres/minute	Rabatement (m)	Capacité spécifique (Litre/min/m)	Transmissivité (m ² /min)
PZ-1	26	21,3	0,476	44,75	0,0596
PZ-2	25	20,3	0,320	63,44	0,0583
PZ-3	37	21,6	0,302	71,52	0,0861
PZ-4	106	21,0	0,690	30,43	0,0368

À la fin de chacun des essais de pompage, les niveaux d'eau n'étaient pas stabilisés, mais avaient une tendance théorique vers une stabilisation dynamique. La capacité spécifique aurait donc été inférieure avec une durée de pompage plus importante. Les résultats obtenus permettent d'obtenir des valeurs de transmissivité d'un ordre de grandeur qui devrait se rapprocher des valeurs qui seraient obtenues d'un essai de pompage de longue durée. La valeur de transmissivité moyenne de 0,06 m²/minute nous apparaît représentative de l'aquifère granulaire à l'étude.

3.4 Échantillonnage et analyse d'eau

Les échantillons d'eau souterraine des piézomètres ont été prélevés à l'aide d'une pompe submersible temporaire après plus de deux heures de pompage. La première campagne d'échantillonnage a été effectuée le 11 juin 2021 aux piézomètres PZ-1, PZ-2 et PZ-3 ainsi qu'au puits municipal P-3 et le puits de la patinoire. Les paramètres d'analyse comportaient les nitrites et la combinaison des nitrites avec les nitrates. L'échantillon d'eau du puits de la patinoire a été prélevé d'un boyau d'arrosage près de la patinoire. Les représentants de la municipalité nous ont informés, après le prélèvement d'eau près de la patinoire, qu'il y avait de gros réservoirs souterrains pour accumuler l'eau de ce puits. Par conséquent, l'échantillon d'eau prélevé pourrait être plus représentatif de la qualité de l'eau du mois du printemps quand les réservoirs avaient été fortement sollicités.

La deuxième campagne complémentaire d'échantillonnage a été effectuée le 8 juillet 2021 au piézomètre PZ-4, au puits privé 19 rue Saint-Pierre, au lac privé localisé à près de 300 mètres au nord-ouest des puits municipaux et à une deuxième reprise au puits municipal P-3. Lors du dernier échantillonnage, les paramètres d'analyse comportaient la combinaison des nitrites avec les nitrates.

Pour chacune des campagnes d'échantillonnage, les échantillons ont été conservés dans une glacière à près de 4 degrés Celsius et transmis au laboratoire d'analyses Bureau Veritas dans un délai de 24 heures. Les certificats d'analyses du laboratoire Bureau Veritas de Québec sont consignés à l'annexe 4. Les résultats sont également présentés au tableau 3 suivant et sur la figure 2 de l'annexe 1.

Tableau 3 – Résultats d'analyse des échantillons d'eau avec les normes pour l'eau potable

Identification de l'échantillon (Date de prélèvement)	Nitrites (Norme 1 mg/L)	Nitrites et nitrates (Norme 10 mg/L)
PZ-1 (11 juin 2021)	< 0,02	1,2
PZ-2 (11 juin 2021)	< 0,02	0,63
PZ-3 (11 juin 2021)	< 0,02	9,5
Puits patinoire (11 juin 2021)	< 0,2	< 0,02
P-3 (11 juin 2021)	< 0,02	6,1
P-3 (8 juillet 2021)	-	6,2
PZ-4 (8 juillet 2021)	-	13
19, rue Saint-Pierre (8 juillet 2021)	-	2,2
Lac (8 juillet 2021)	-	< 0,02

Les résultats d'analyses indiquent une concentration de nitrites et nitrates de 13 mg/L au piézomètre PZ-4 supérieure à la norme pour l'eau de consommation fixé à 10 mg/L. Des concentrations en nitrites et nitrates de 6,1 et 6,2 ont été détectées au puits municipal P-3. Bien que ces concentrations de nitrites et nitrates soient inférieures à la norme pour l'eau de consommation, les concentrations excèdent la valeur de 5 mg/L.

Selon l'article 64 du RPEP, le pâturage et l'épandage de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes doivent être effectués conformément à la recommandation d'un professionnel lorsque les concentrations de nitrites et nitrates excèdent 5 mg/l à deux reprises ou plus sur une période de deux ans dans l'aire de protection intermédiaire virologique. Une valeur élevée de 9,5 mg/L de nitrites et nitrates a aussi été analysée dans l'eau du piézomètre PZ-4 situé près du garage municipal, mais ce dernier n'est pas localisé en amont hydraulique des puits municipaux.

3.5 Localisation, nivellement et relevé piézométrique

Tous les nouveaux piézomètres et autres puits d'observation disponibles ont été arpentés et localisés via un relevé géoréférencé (X, Y, Z) dans le système de coordonnées UTM NAD83, par un ingénieur d'Akifer. Les points de mesure ont été relevés avec un GPS de précision, les 11 et 18 octobre 2019, avec une précision généralement inférieure à 5 cm en X, Y et Z. La localisation des différents ouvrages est illustrée aux figures 2 et 3 et les résultats du levé d'arpentage, comprenant les coordonnées géodésiques des ouvrages et les différentes élévations, sont colligés au tableau 4.

Tableau 4 – Résultats des relevés d’arpentage et piézométrique du secteur

Puits	UTM X	UTM Y	Élévation point de mesure (m)	Profondeur de l'eau (m)		Élévation eau souterraine (m)
	(m)	(m)		21-juin-21	08-juil-21	08-juil-21
P-1	502700,56	5072621,59	191,609	8,43	8,54*	183,07*
P-2	502700,86	5072611,05	191,544	8,40	8,51*	183,03*
P-3	502692,01	5072613,53	191,635	13,86	13,97*	177,67*
Puits patinoire	502688,06	5072816,14	188,539	5,59	5,70	182,84
PZ-1	502885,53	5072798,42	192,034	8,80	8,91	183,12
PZ-2	502832,69	5072600,15	191,109	7,44	7,55	183,56
PZ-3	503413,05	5072710,89	194,613	10,97	11,07	183,54
PZ-4	502728,52	5072522,00	190,574	-	7,27	183,30
19 rue St-Pierre (galerie au-dessus du puits)	502652,58	5072460,99	190,192	-	6,95	183,24
Lac	502395,50	5072759,47	182,07	-	0,00	182,07

* Le puits municipal P-3 était en utilisation lors des relevés. Les profondeurs et élévations d'eau souterraine des puits municipaux ont été estimées le 8 juillet 2021 selon la variation piézométrique des autres puits du secteur.

Les relevés piézométriques ont été réalisés les 11 juin et 8 juillet 2021 dans les nouveaux piézomètres et les autres puits accessibles du secteur aménagé dans l'aquifère granulaire libre de surface. Le puits municipal P-3 était en utilisation lors des relevés. Les relevés piézométriques ont été réalisés à l'aide de sondes de niveau d'eau graduées au demi-centimètre. Les résultats du relevé piézométrique sont colligés au tableau 4 précédent et la piézométrie de l'aquifère granulaire en date du 8 juillet 2021 est illustrée à la figure 2 de l'annexe 1.

4.0 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

4.1 Hydrostratigraphie

Les puits municipaux P-1, P-2 et P-3 captent l'eau d'un aquifère granulaire libre qui repose entre 13 et 30 mètres de profondeur sur une formation peu perméable de silt et d'argile. La nappe phréatique a été interceptée entre 5,5 et 10,3 mètres de profondeur sous la surface du sol dans un rayon de 720 mètres des puits municipaux. La formation de sable offre une protection limitée contre les activités pratiquées en surface. D'autres sondages seraient nécessaires à proximité des puits municipaux pour préciser l'épaisseur totale de cette formation aquifère. Une inspection caméra devrait aussi être effectuée à l'intérieur des puits municipaux pour valider la profondeur et les détails d'aménagement de ces derniers.

4.2 Écoulement de l'eau souterraine

La carte piézométrique d'une formation aquifère est définie à partir d'un minimum de trois points de mesure de niveaux d'eau qui ne sont pas sous l'influence d'un pompage et qui sont disposés de façon triangulaire. Tous les piézomètres et tous les puits d'observation répertoriés au tableau 4, à l'exception des puits de production P-2 et P-3, ont été utilisés pour établir la piézométrie. On a considéré aussi le lac comme un lieu de résurgence de la nappe phréatique. Le gradient hydraulique correspond à la pente de la surface de la nappe et est perpendiculaire aux lignes d'écoulement. Le gradient hydraulique dans le secteur des puits municipaux était près de 0,003. Un gradient hydraulique de 0,0026 a été retenu en amont des puits municipaux jusqu'au piézomètre PZ-4.

La direction d'écoulement de l'eau souterraine dans le secteur des puits de production municipaux est dirigée vers l'ouest-nord-ouest. On observe une bifurcation de l'écoulement de l'ordre de 30 degrés vers le nord-ouest à plus 125 mètres au nord-est des puits municipaux, entre les piézomètres PZ-1 et PZ-3. La direction d'écoulement de l'eau souterraine n'est pas connue en amont des piézomètres PZ-2 et PZ-4, mais cette dernière devrait s'écouler vers le nord-ouest près de la limite de partage des eaux pour ensuite bifurquer vers les puits municipaux, tel qu'illustré à la figure 2 de l'annexe 1.

4.2.1. Transmissivité (T)

La transmissivité représente la facilité de l'aquifère à laisser circuler l'eau souterraine. Il s'agit du volume d'eau qui circule par minute à travers une tranche de l'aquifère d'un mètre de largeur et dont la hauteur est égale à l'épaisseur saturée sollicitée lors du pompage.

La transmissivité de l'aquifère a été déterminée à partir des données de pompage aux différents piézomètres. L'analyse des données a été réalisée en utilisant la méthode de Cooper-Jacob et est présentée à l'annexe 3. Les valeurs moyennes de transmissivité obtenues étaient de 0,06 m²/minute. Des essais de pompage réalisés aux puits de production en 1987 avaient permis d'estimer des transmissivités d'un ordre de grandeur inférieur (0,006 m²/minute) à celles estimées dans le cadre de ce mandat. Considérant que les puits continuaient d'alimenter la municipalité pendant ces essais, qu'il y avait de l'interférence entre chacun des puits et que ces interférences n'ont pas été considérées pour l'interprétation, ces valeurs d'époque n'ont pas été retenues pour l'évaluation de la transmissivité.

4.2.2 Conductivité hydraulique (k)

La conductivité hydraulique représente la facilité de la formation aquifère à laisser circuler un fluide (eau souterraine) appliquée à une surface unitaire verticale de l'aquifère. Dans le cas d'une nappe aquifère granulaire, elle est évaluée en faisant le quotient de la transmissivité par l'épaisseur saturée qui contribue à alimenter le puits. Malheureusement, il n'y a pas de détails de forage ou de construction des puits municipaux. Les forages et piézomètres aménagés dans le cadre de cette étude n'ont pas atteint la base de l'aquifère qui est appuyée sur des dépôts fins de silt et d'argile. Selon les informations hydrogéologiques existantes dans le secteur d'étude, l'épaisseur saturée est variable, mais devrait se situer entre 6 et 16 mètres d'épaisseur. La conductivité hydraulique devrait donc être comprise entre $3,8 \times 10^{-3}$ et $1,0 \times 10^{-2}$ m²/min.

$$k = \frac{T}{b} = \frac{0,06 \text{ m}^2/\text{min}}{6 \text{ m}} = 1,00 \times 10^{-2} \text{ m/min}$$

$$k = \frac{T}{b} = \frac{0,06 \text{ m}^2/\text{min}}{16 \text{ m}} = 3,75 \times 10^{-3} \text{ m/min}$$

4.2.3 Coefficient d'emmagasinement (S)

Le coefficient d'emmagasinement représente le volume d'eau qu'il est possible d'extraire d'un volume unitaire de l'aquifère, soit par drainage dans une nappe libre ou par décompression dans une nappe captive. Il est obtenu à partir des fluctuations de la nappe mesurées à un point d'observation situé dans le champ d'influence du puits de pompage. Les faibles coefficients d'emmagasinement (<0,005) sont représentatifs des nappes captives ou semi-captives, alors que les coefficients compris entre 0,01 et 0,3 sont une caractéristique des nappes libres.

Le calcul du coefficient se fait à partir des données de rabattement mesurées dans un puits d'observation différent du puits de pompage. Cependant, lors de la réalisation de l'essai de pompage de longue durée, le puits d'observation était utilisé. Il n'est alors pas possible d'utiliser ces données et de déterminer le coefficient d'emmagasinement au droit du puits.

L'aquifère sollicité au droit des puits municipaux se situe dans une nappe granulaire aquifère libre et son coefficient d'emmagasinement devrait être de l'ordre de 0,2.

4.2.4 Porosité efficace (n)

Pour un aquifère granulaire de sable propre, une porosité efficace variant entre 25 et 30 % est généralement utilisée dans la littérature. Par sécurité, nous considérons une porosité de 25 % pour cette formation. En utilisant une porosité efficace plus faible, l'évaluation de la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine est plus rapide, car la vitesse est inversement proportionnelle à la porosité efficace.

4.3 Capacité spécifique

La capacité spécifique est un paramètre important pour l'évaluation du débit de production d'un puits, car elle intègre à la fois le potentiel aquifère et l'efficacité d'un puits. Ce paramètre est évalué en faisant le quotient du débit de pompage (Q) par le rabattement (s) enregistré en fin de pompage.

Les capacités spécifiques des puits P-1, P-2 et P-3 ont été déterminées pour de courtes périodes de pompage lors des essais à paliers multiples et sur une période prolongée lors de l'essai de 72 heures au puits P-2 (Consultants HGE inc., 1987). Les capacités spécifiques pour les puits P-1, P-2 et P-3 étaient respectivement de 15, 24 et 26 litres/minute/m. Les capacités spécifiques calculées aux piézomètres PZ-1 à PZ-4 étaient comprises entre 30 et 72 litres/minute/m, soit près du double de celles évaluées aux puits municipaux.

4.4 Débit d'exploitation des puits municipaux

Le débit d'exploitation d'un puits de captage est fonction de sa conception et du potentiel de l'aquifère sollicité. Le débit d'exploitation d'un ouvrage de captage est aussi grandement influencé par les conditions climatiques qui prévalent au fil des années. Ces conditions affectent le comportement de la nappe aquifère à long terme. De plus, les puits peuvent se colmater avec le temps et perdre de l'efficacité. Pour cette raison, le suivi des débits d'exploitation et des niveaux d'eau dans le secteur des puits municipaux demeure important.

La capacité maximale des puits a été évaluée à 300 litres/minute, tel que spécifié dans une étude précédente (Envir-Eau, 2006). La consommation moyenne maximale de la municipalité sur une période de 90 jours était de 84 m³/jour (58,33 litres/minute) pour l'année 2015, dans l'intervalle de temps compris entre le 16 juin 2015 et le 25 mai 2019. C'est ce débit qui sera utilisé pour valider les aires de protection des puits municipaux. Il n'y a pas de données de suivi piézométrique effectuées par la municipalité pour l'aquifère à l'étude.

4.5 Qualité de l'eau souterraine

Pour la qualité de l'eau souterraine, nous avons regardé uniquement les résultats des nitrites et nitrates disponibles entre les années 2015 et 2020 ainsi que les résultats des échantillons d'eau de cette étude, prélevés les 11 juin et 8 juillet 2021. Les certificats d'analyses du laboratoire sont présentés à l'annexe 4.

Les concentrations de nitrites et nitrates dans l'eau potable de la municipalité étaient en moyenne à près de 5 mg/litre, pour la période 2015 à 2020, alors qu'ils étaient de 6,1 et 6,2 mg/litre dans l'eau brute du puits P-3, les 11 juin et 8 juillet 2021. Bien que ces résultats soient inférieurs à la norme de 10 mg/litre pour l'eau de consommation, il devient urgent de trouver l'origine du problème pour appliquer des solutions.

Les sources de nitrates pourraient provenir d'installations septiques non conformes ainsi que des activités agricoles qui nécessitent l'utilisation d'engrais. La municipalité n'a pas d'informations à l'effet qu'il y aurait des installations septiques non conformes à proximité ou en amont hydraulique des puits municipaux. Les résultats d'analyse des échantillons d'eau prélevés en aval des puits municipaux (Lac, puits patinoire) sont inférieurs aux limites de détection analytique (<0,02 mg/litre). La concentration de nitrites et nitrates la plus importante (13 mg/litre) a été obtenue dans l'échantillon d'eau prélevé à proximité immédiate de la terre agricole (Les fermes Petites Nation inc.). On y a cultivé de la pomme de terre en 2018 et 2020 et cette terre est localisée entre 100 et 555 mètres en amont des puits municipaux. Cette culture exige beaucoup d'engrais et de pesticides et les sols sableux sont propices aux lessivages des engrais et des pesticides.

Sur la terre voisine à l'est, qui est la propriété des Pommes de terre Laurentienne (PDTL), on a cultivé le maïs en 2018 et 2021 et la pomme de terre en 2019. Ces cultures nécessitent l'usage de beaucoup d'engrais et de pesticides et les sols sont vraisemblablement sableux aussi sur cette terre, qui est localisée entre 250 et 615 mètres en amont des puits municipaux. La localisation des terres agricoles localisées en amont hydraulique des puits municipaux est illustrée à la figure 3 de l'annexe 1.

L'origine des nitrates dans l'eau captée par les puits municipaux provient vraisemblablement des terres agricoles voisines à l'est considérant la nature des activités agricoles et la faible protection en surface de l'aquifère granulaire en sol sableux.

5.0 AIRES DE PROTECTION ET RÉGLEMENTATION

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

Le RPEP définit trois catégories de prélèvements d'eau. Des aires de protection immédiate et intermédiaire doivent être définies pour tout prélèvement d'eau souterraine alors qu'une aire de protection éloignée doit être délimitée pour un prélèvement de catégories 1 et 2. Selon le RPEP, les puits P-1 à P-3 sont considérés comme étant un prélèvement d'eau souterraine de catégorie 2, c'est-à-dire utilisés pour alimenter un aqueduc municipal desservant 21 à 500 personnes et au moins une résidence.

5.1 Aires de protection immédiate

Pour un puits de captage de catégorie 2, l'aire de protection immédiate équivaut au terrain situé à l'intérieur d'un rayon de 30 mètres (article 54, RPEP), à moins qu'une formation géologique superficielle peu perméable assure une protection naturelle à l'eau souterraine captée. Dans le cas présent, la formation aquifère sollicitée par les puits P-1, P-2 et P-3 est localisée à faible profondeur dans les dépôts granulaires constitués de sable. Dans ces conditions, la distance de 30 mètres autour des puits P-1, P-2 et P-3 pour l'aire de protection immédiate aurait dû être respectée si les puits avaient été autorisés après l'adoption du Règlement sur le captage des eaux souterraines (RCES) le 15 juin 2002. Toutefois, les puits étaient déjà exploités le 30 novembre 1987 et selon l'article 96 du RPEP, les limites de l'aire de protection immédiate peuvent être fixées à moins de 30 mètres du site de prélèvement en raison des obstacles présents, telle la dimension du terrain, une route ou une habitation.

L'aire clôturée des puits, d'une dimension de près de 11 par 12 mètres, devient donc l'aire de protection immédiate. Chacun des puits est à moins de trois mètres de l'une des bordures de l'aire clôturée. Aucun panneau indicateur de l'aire de protection immédiate n'était présent lors de notre visite. Un panneau indicateur devrait être ajouté et bien visible près de l'accès à l'aire clôturée des puits, tel que stipulé à l'article 55 du RPEP.

Aucune activité représentant un risque de contamination de l'eau souterraine n'y sera autorisée et la finition du sol à l'intérieur de ce périmètre devra prévenir l'accumulation et le ruissellement d'eau de surface. La localisation de ce périmètre devra être indiquée de manière à assurer sa visibilité en tout temps, à tous ses accès sur les lieux, avec un panneau indicateur.

Des mesures devraient être prises pour diminuer les risques de contamination de l'eau souterraine en bordure de l'aire clôturée des puits. Un plan d'urgence devrait être formulé par un spécialiste en hydrogéologie pour pouvoir réagir rapidement advenant une contamination de l'eau souterraine.

5.2 Aire de protection intermédiaire

L'aire de protection intermédiaire autour d'un puits comprend les aires de protection bactériologique et virologique. L'aire de protection bactériologique est fixée à une période de 200 jours autour du puits tandis que l'aire de protection virologique doit correspondre à une période de 550 jours autour du puits. L'épaisseur saturée à l'emplacement des puits aurait été nécessaire pour préciser la distance de chacun des temps de parcours pour la protection bactériologique et virologique à l'aide des équations du temps de transport (Bear et Jacobs, 1965). Considérant que ces puits sont de catégorie 2, ces aires peuvent être limitées à des valeurs fixes de 100 mètres pour la protection bactériologique et à 200 mètres pour la protection virologique. Ces distances nous apparaissent sécuritaires pour les fins de l'étude.

L'étendue de l'aire d'alimentation autour des puits P-1 à P-3 a été déterminée à l'aide de l'équation d'écoulement uniforme (Todd, 1980). Nous avons utilisé l'emplacement du puits P-3 pour l'emplacement du centre de pompage et de la parabole considérant que ce puits est celui qui est majoritairement exploité.

En fonction des caractéristiques hydrogéologiques de la nappe aquifère exploitée par les puits municipaux et la direction d'écoulement de l'eau souterraine dans le secteur, les limites de l'aire de protection éloignée seraient localisées à une distance de 188,3 mètres de chaque côté du puits P-3 et à une distance de 59,9 mètres en aval. La parabole ainsi formée s'ouvre ensuite pour atteindre progressivement une largeur maximale de près de 376,6 mètres et finalement se terminer à la limite du bassin versant située à près de 580 mètres au sud-est.

Les détails de calculs des aires de protection sont présentés à l'annexe 5 et les limites de l'aire de protection immédiate, bactériologique et virologique autour des puits municipaux sont présentées à la figure 2 de l'annexe 1.

5.3 Aire de protection éloignée

L'aire de protection éloignée correspond à la surface de l'aire d'alimentation des puits délimitée par la parabole jusqu'à la limite de l'aire d'alimentation correspondant à la limite du bassin versant du secteur, tel qu'illustré à la figure 2 de l'annexe 1.

5.4 Vulnérabilité de l'aquifère

La vulnérabilité des eaux souterraines à l'intérieur des aires de protection est de niveau moyen avec des indices compris entre 163 et 169 selon la méthode DRASTIC. Les détails de calculs de l'indice DRASTIC sont présentés à l'annexe 5.

5.5 Inventaire des activités susceptibles d'affecter la qualité et la quantité de l'eau

L'inventaire des activités anthropiques n'était pas dans notre mandat, mais devrait être réalisé afin de mieux prévenir une dégradation de la qualité de l'eau souterraine du secteur. Les producteurs agricoles visés par les aires de protection ont été contactés pour vérifier les types de cultures et la nature des produits utilisés pour fertiliser ou contrôler les maladies et insectes. Les deux producteurs (Les Fermes Petite Nation Inc. et Pomme de Terres Laurentienne Inc.) visés par les aires de protection des puits pratiquent différentes cultures en rotation, dont la pomme de terre et le maïs, qui nécessitent l'usage intensif d'engrais et de pesticides. La localisation des exploitations agricoles visées par les aires de protection des puits municipaux est illustrée à la figure 3 de l'annexe 1.

Puisque l'eau souterraine à l'intérieur des aires de protection des puits municipaux est réputée vulnérable, les dispositions particulières en milieu agricole et en cas de contamination par les nitrates prévues dans le RPEP s'y appliquent pour les aires de protection intermédiaires, soit pour Les Fermes Petites Nation Inc. Une restriction d'utilisation des pesticides devra être mise en place dans un rayon de 100 mètres autour des puits municipaux. Il n'y aurait pas d'exploitation agricole visée par cette restriction dans un rayon de 100 mètres des puits. Toutefois, il serait important de vérifier la présence de pesticides dans l'eau prélevée des puits municipaux.

6.0 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

6.1 Conclusion

Groupe Akifer inc. (Akifer) a été mandaté par la municipalité de Notre-Dame-De-La-Paix dans le but de déterminer l'origine des nitrites et nitrates dans l'eau souterraine qui alimente les puits municipaux et pour améliorer le suivi de la qualité de l'eau souterraine de la municipalité. De plus, les aires de protection des puits municipaux devaient être évaluées.

Les travaux de terrain réalisés dans le cadre de notre mandat ont débuté avec une visite de terrain et la réalisation de quatre forages stratigraphiques aménagés en piézomètre. Les forages nous ont permis de connaître la stratigraphie de l'aquifère granulaire à proximité des puits d'alimentation municipaux. La piézométrie de l'aquifère granulaire a été déterminée avec l'élévation de l'eau souterraine à ces piézomètres combinés aux autres puits d'observation disponibles. Les propriétés hydrauliques de l'aquifère ont été précisées par des essais de pompage de courte durée réalisés à ces piézomètres. Les travaux de terrain ont été complétés par le prélèvement d'échantillons d'eau des nouveaux piézomètres, du puits municipal P-3 et d'autres sites d'intérêt. Les échantillons d'eau ont été analysés pour vérifier la présence de nitrites et nitrates.

La stratigraphie dans le secteur des puits est composée principalement de sable en surface d'une épaisseur variable, mais souvent comprise entre 13 et 20 mètres, appuyé sur des matériaux fins de silt et d'argile pouvant atteindre plus de 80 mètres d'épaisseur. On ne dispose pas de détails de construction ou d'aménagement des puits municipaux. Une inspection de l'intérieur de chacun des puits à l'aide d'une géo-caméra permettrait de documenter le fond des puits, les hauteurs des crépines et leurs conditions.

Le niveau quasi-statique de l'eau souterraine, à l'intérieur de l'aire d'alimentation des puits municipaux, était compris entre 6,64 et 7,45 mètres de profondeur. Le puits municipal P-3 était utilisé pendant nos travaux pour l'approvisionnement en eau potable de la municipalité. L'eau souterraine du secteur à l'étude s'écoule en direction nord-ouest sous un gradient hydraulique horizontal moyen de 0,003. La transmissivité hydraulique moyenne de l'aquifère granulaire libre de surface a été évaluée à près de 0,06 m²/minute.

L'aire d'alimentation des puits municipaux de catégorie 2 a été évaluée sous forme d'une parabole d'une largeur de 188,3 mètres à la hauteur des puits jusqu'à une largeur maximale de 376,6 mètres en amont de ces derniers jusqu'à la limite du bassin versant localisée en direction sud-est. Les périmètres bactériologiques et virologiques sont limités à des valeurs fixes de 100 et 200 mètres respectivement. La vulnérabilité des eaux souterraines à l'intérieur des aires de protection y est réputée de niveau moyen avec des indices DRASTIC compris entre 163 et 169. Puisque l'eau souterraine à l'intérieur des aires de protection des puits municipaux est réputée vulnérable, les dispositions particulières en milieu agricole et en cas de contamination par les nitrates prévues dans le RPEP s'y appliquent.

Les analyses des échantillons d'eau prélevés du puits municipal P-3 indiquent une contamination de l'eau souterraine en nitrates de 6,1 à 6,2 mg/litre inférieure aux normes de qualité pour l'eau potable fixées à un maximum de 10 mg/litre. La concentration en nitrites et nitrates de l'échantillon d'eau prélevé du piézomètre PZ-4, localisé dans l'aire de protection bactériologique et en amont hydraulique des puits municipaux, était de 13 mg/litre. Ce piézomètre est localisé à proximité de l'exploitation agricole Les Fermes Petites Nation inc. où de la culture de pommes de terre et de maïs y est pratiquée en rotation avec d'autres cultures. La production agricole voisine, Pommes de terre Laurentienne inc., cultive aussi des pommes de terre et du maïs en rotation avec d'autres cultures moins exigeantes en nitrates. Ces deux exploitations agricoles nous apparaissent les plus probables pour la source des nitrates dans l'eau des puits municipaux.

Il est important de prendre des mesures rapidement pour diminuer l'apport de nitrates dans l'eau souterraine prioritairement dans l'aire de protection virologique des puits municipaux. Suite à la vérification de la présence de pesticides dans l'eau provenant des puits municipaux, d'autres restrictions pourraient aussi s'appliquer pour l'usage des pesticides à l'intérieur de l'aire de protection virologique des puits municipaux. Un programme d'aide gouvernementale est actuellement en vigueur pour soutenir les municipalités et les producteurs agricoles qui pourraient être affectés par ces restrictions. La municipalité devrait profiter de cette opportunité pour débiter les démarches agronomiques liées à ce programme. Un programme de suivi de la qualité de l'eau souterraine devrait être instauré pour faire le suivi des nitrates dans les puits de production et dans les piézomètres PZ-2 et PZ-4.

Les aires de protection immédiates des puits municipaux ont des limites inférieures à 3 mètres d'au moins un côté de l'aire clôturée et il n'y a pas de couvert protecteur (silt/argile) pour assurer une protection adéquate (DRASTIC < 100) dans le secteur des puits municipaux. On retrouve le garage de pompier, deux résidences privées, incluant les installations septiques autonomes des résidences et du garage de pompier, la rue Saint-Jean-Baptiste, les stationnements du service incendie et de l'ancienne école.

L'inventaire des activités localisées à l'intérieur des aires de protection des puits municipaux devrait être effectué et mis à jour et un plan d'urgence devrait être formulé pour pouvoir agir efficacement et rapidement advenant une problématique environnementale susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine.

6.2 Recommandations

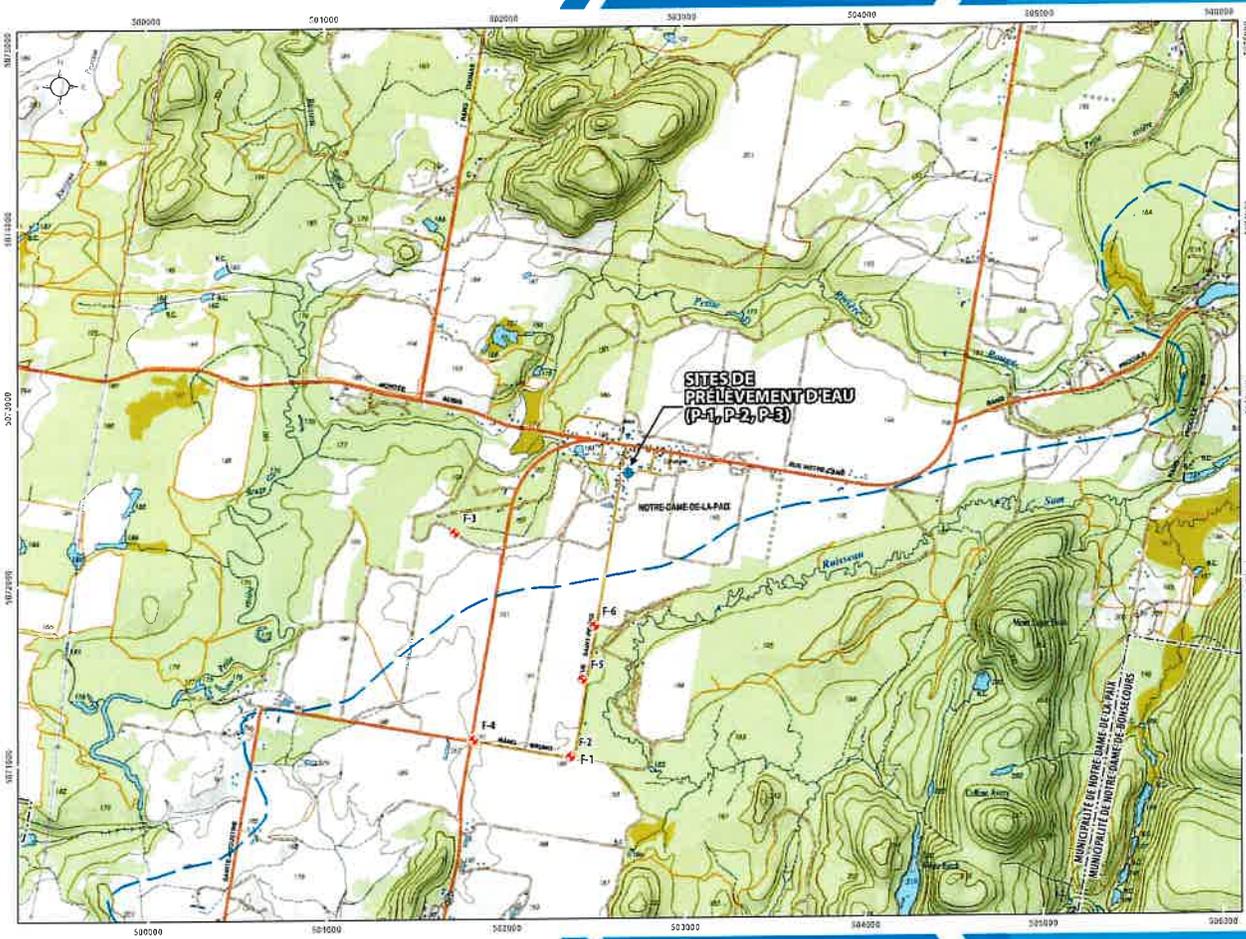
Les résultats des travaux réalisés dans le cadre du présent mandat conduisent à faire les recommandations suivantes :

1. Procéder à un suivi trimestriel de la qualité de l'eau souterraine extraite des puits municipaux et des piézomètres PZ-2 et PZ-4 afin de valider les concentrations en nitrites-nitrates;
2. Procéder à l'échantillonnage et la vérification de la qualité de l'eau du puits principal P-3 pour vérifier la présence de pesticides dans l'eau;
3. Mandater un agronome pour assister la municipalité en vue de restreindre l'utilisation d'engrais dans l'aire de protection intermédiaire des puits municipaux en lien avec le programme d'aide gouvernementale actuellement en vigueur pour soutenir les municipalités et les producteurs agricoles qui pourraient être affectés par ces restrictions;
4. Procéder à l'inspection par géo-caméra des puits municipaux pour connaître les profondeurs d'aménagement des crépines et leurs conditions. Procéder à la réalisation d'un essai de pompage par paliers à chacun des puits, sous la supervision d'une firme spécialisée en hydrogéologie, pour vérifier le rendement actuel du puits;
5. Mettre en place un programme de gestion d'aquifère en collaboration avec une firme spécialisée en hydrogéologie. Ce dernier est nécessaire pour assurer une exploitation sécuritaire d'un puits d'eau potable et de la ressource en eau souterraine. Des lectures du débit et de la profondeur de pompage devront être prises de façon régulière dans les puits de production ainsi que les piézomètres PZ-1 à PZ-4. Suivant les résultats observés, des modifications d'exploitation des puits municipaux ou des autres puits environnants peuvent être apportées, s'il y a lieu, pour assurer la pérennité de la ressource;

6. Indiquer sur les lieux la localisation de l'aire de protection immédiate des puits P-1, P-2 et P-3 de manière à assurer sa visibilité à tous ses accès, notamment par l'usage d'un panneau indicateur (article 55 du RPEP);
7. Effectuer l'inventaire des activités localisées à l'intérieur des aires de protection des puits municipaux et produire un plan d'urgence pour pouvoir agir efficacement et rapidement advenant une problématique environnementale susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine du secteur.
8. Interdire toute activité présentant un risque de contamination de l'eau souterraine dans l'aire de protection immédiate des puits P-1, P-2 et P-3, sauf celles relatives à l'opération, à l'entretien ou au remplacement de l'installation ou des équipements accessoires (article 56 du RPEP);
9. Interdire l'utilisation de pesticides (entreposage, préparation et application) dans un rayon de 100 mètres autour des puits P-1, P-2 et P-3;
10. Interdire l'aménagement d'un site de forage destiné à rechercher ou exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain ainsi que l'exécution d'un sondage stratigraphique dans l'aire de protection éloignée des puits municipaux (article 66 du RPEP) ou à l'intérieur d'un rayon de 500 mètres desdits puits;
11. Interdire la réalisation d'activités à l'intérieur des aires de protection qui pourraient nuire à la qualité de l'eau souterraine captée par les puits P-1, P-2 et P-3;
12. Transmettre un avis écrit au domicile de chacune des propriétés incluses dans l'aire de protection intermédiaire des puits municipaux informant leurs propriétaires ou leurs occupants de la présence du site de prélèvement dans leur voisinage (article 57 du RPEP).

ANNEXE 1

Figures 1 à 3



alifer

GENIE CONSEIL - HYDROLOGIE - ENVIRONNEMENT

- ◆ Puits municipal
- ◆ Forage PDL
- - - - - Limite municipale
- - - - - Limite de partage des eaux

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



CLIENT / **MUNICIPALITÉ DE NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX**

PROJET / **PROVENANCE DES NITRATES DANS L'EAU DES PUIITS MUNICIPAUX ET AIRE DE PROTECTION DES PUIITS**

TITRE / **FIGURE 1 LOCALISATION DU SECTEUR D'ÉTUDE**

NUMÉRO	DATE	REV.
21117-101	1:20 000	2021-09-28
APPRÉV. TECH.	DESIGN. PLS.	APPRÉV. PLS.
J. DEMIS	D. PLANTÉ	G. CARRIÉ
PROJET	NUMÉRO(S)	REVUS
17813	31015-300-101	21117-101-1-REV04



- Puits municipal
 - Autre site de mesure (piezomètre, puits privé, eau de surface)
 - Limite Sud-Est du bassin versant
- AIRES DE PROTECTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU**
- Aire de protection immédiate
 - Aire de protection intermédiaire bactériologique
 - Aire de protection intermédiaire virologique
 - Aire de protection éloignée
- Courbes isopézes (équidistance 0,1m)
 - Direction de l'écoulement de l'eau souterraine et direction hydrologique horizontale
 - Débit de la source en date du 5 juillet 2021
 - Concentration en nitrates et nitrites (mg/L) dans l'eau souterraine (Norme 10 mg/L)
 - Concentration de nitrites et nitros (mg/L) dans l'eau souterraine (supérieur aux normes)

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



CLIENT : MUNICIPALITÉ DE NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

PROJET : PROVENANCE DES NITRATES DANS L'EAU DES PUIITS MUNICIPAUX ET AIRE DE PROTECTION DES PUIITS

TITRE : FIGURE 2 LOCALISATION DES PUIITS D'OBSERVATION ET DES AIRES DE PROTECTION DES PUIITS MUNICIPAUX

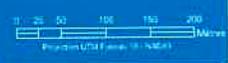
PROJET :	NOUVEAU	DATE :	2021-09-22
PROJET :	21117-101	ÉCHELLE :	1:4 000
PROJET :	D DENNIS	PROJET :	D PLAINTE
PROJET :	17X11	PROJET :	C CARRIER
PROJET :	PROJET :	PROJET :	PROJET :
PROJET :	PROJET :	PROJET :	PROJET :



- Puits municipal
 - Autre site de mesure (piézomètre, puits privé, eau de surface)
 - Limite Sud-Est du bassin versant
- AIRES DE PROTECTION DU SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU**
- Aire de protection intermédiaire bactériologique
 - Aire de protection intermédiaire virologique
 - Aire de protection éloignée

Limite de lot
 Pommes de terres Laurentiennes inc.
 Les Fermes Petite Nation inc.

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



CLIENT / MUNICIPALITÉ DE NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

PROJET / PROVENANCE DES NITRATES DANS L'EAU DES PUIITS MUNICIPAUX ET AIRE DE PROTECTION DES PUIITS

TITRE / FIGURE 3 EXPLOITATION AGRICOLE VISÉE PAR LES AIRES DE PROTECTION DES PUIITS MUNICIPAUX

PROJET N°	PROJET	DATE
21113-101	1-4-000	2021-09-22
PROJET N°	PROJET	DATE
J.DELMS	D.PLANTE	G.CARRIER
PROJET N°	PROJET	DATE
17X11	IMAGÉRIE AÉRIENNE	21117-101-3.mxd

ANNEXE 2

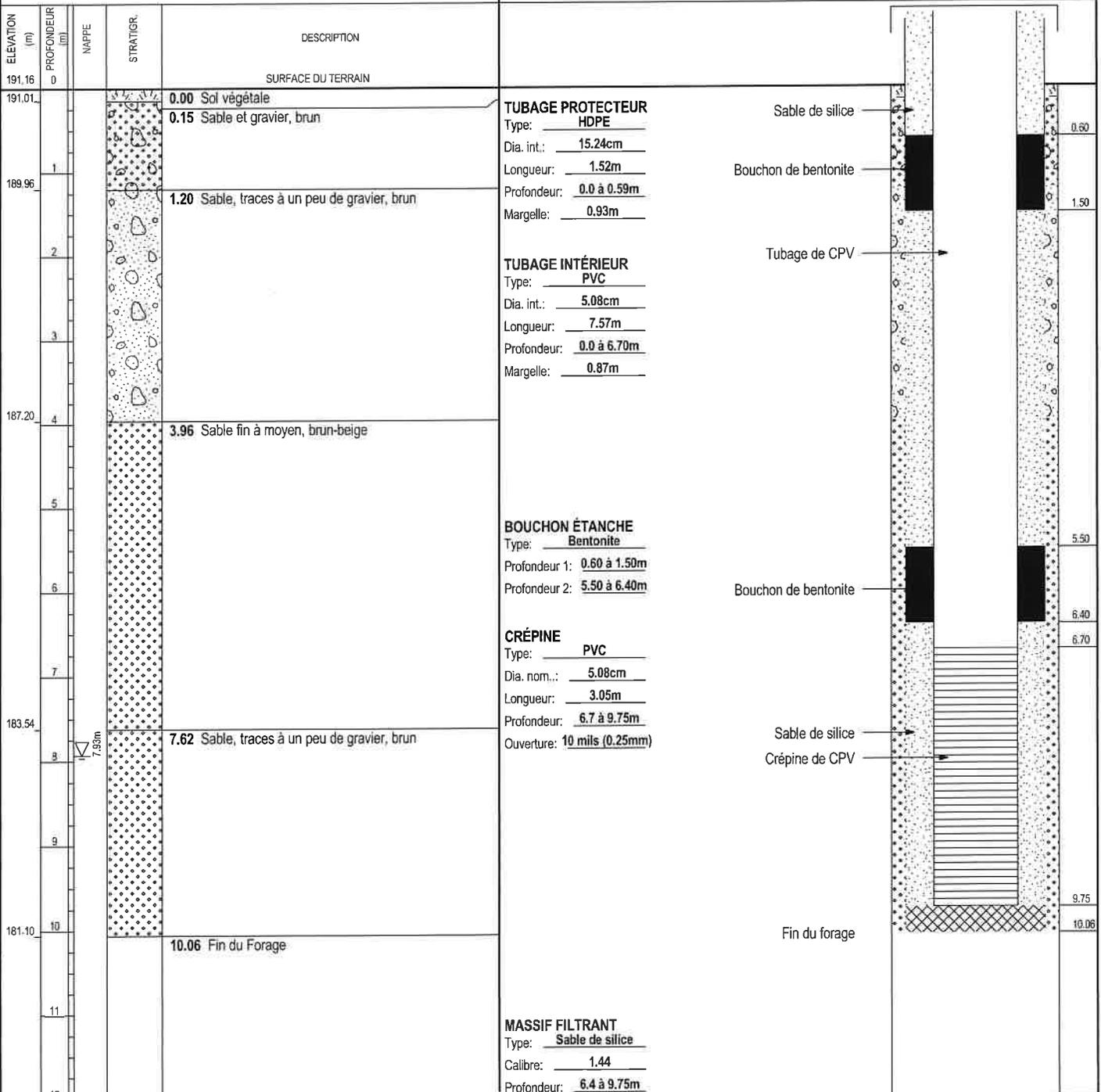
Rapports de forage

No. DE PROJET 21117-101 CLIENT Municipalité de Notre-Dame-de-la-Paix

ENTREPRENEUR Forage Downing OPÉRATEUR T.C TYPE DE MACHINERIE CME55 (tarière)
 SUPERVISION Jules Denis VÉRIFICATION G. Carrier TYPE D'AMÉNAGEMENT PUITS D'OBSERVATION
 COORDONNÉES GÉODÉSQUES X = 502 886. Y = 5 072 798. SYSTÈME DE COORDONNÉES UTM NAD83 ZONE 18
 ÉLÉVATION DE SURFACE 191.16m ÉLÉVATION TUBAGE 192.03m RÉFÉRENCE ÉLÉVATION _____ COUVERCLE CADENASSÉ: Oui
 DATE DÉBUT 2021-06-10 TECH. DE FORAGE SOL Rotation DIA. DE FORAGE SOL 19.4cm PROFONDEUR DU ROC N/A
 DATE FIN 2021-06-10 TECH. DE FORAGE ROC N/A DIA. DE FORAGE ROC N/A PROFONDEUR DE LA NAPPE 7.93m(10-06-2021)

COUPE GÉOLOGIQUE

PUITS D'OBSERVATION, SCHÉMA DE CONSTRUCTION



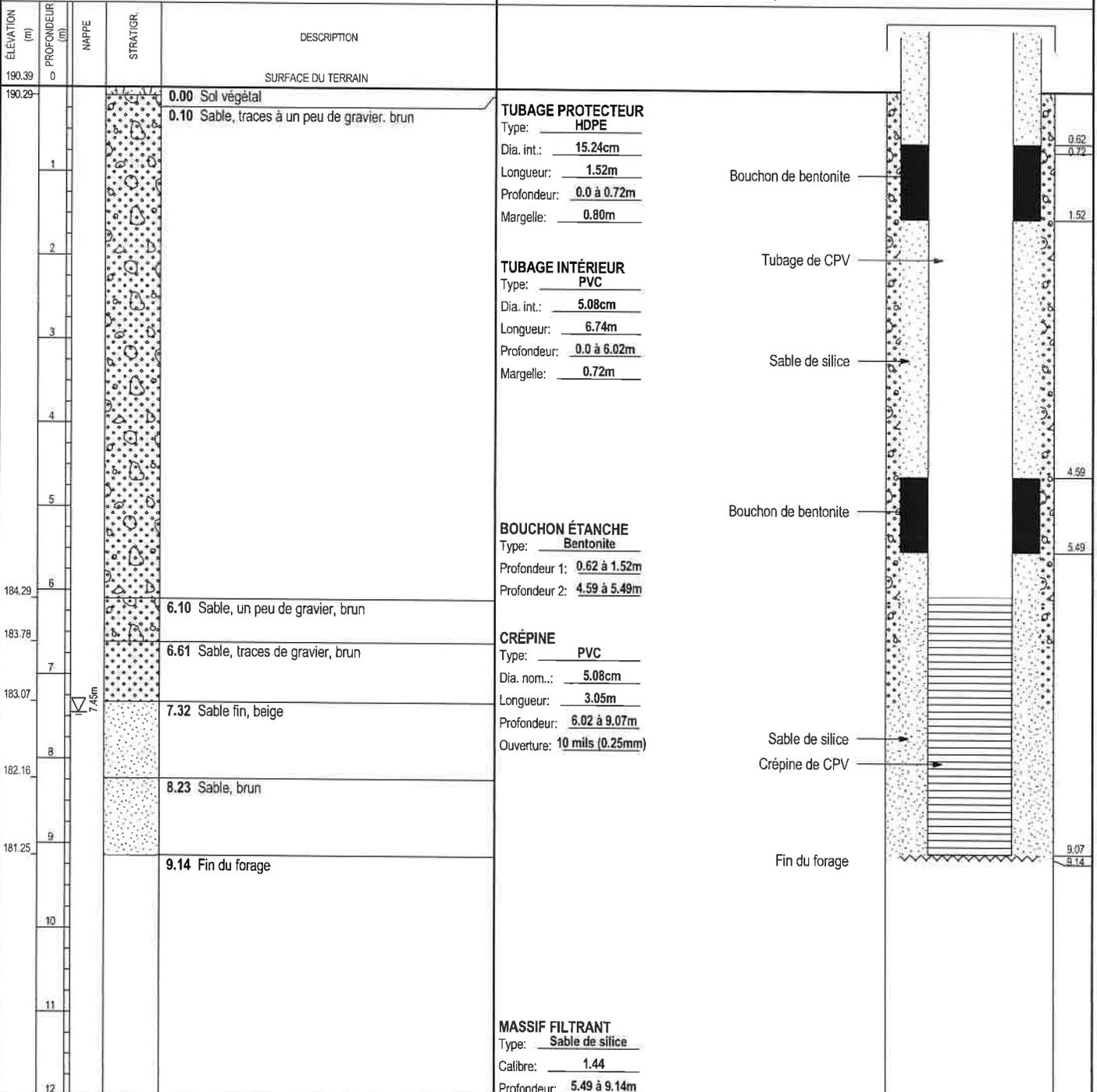
AKIFER_HYDRO_1 21117-101 (1) GPEJ 21-8-2

No. DE PROJET **21117-101** CLIENT **Municipalité de Notre-Dame-de-la-Paix**

ENTREPRENEUR Forage Downing OPÉRATEUR T.C TYPE DE MACHINERIE CME55 (tarière)
 SUPERVISION Jules Denis VÉRIFICATION G. Carrier TYPE D'AMÉNAGEMENT PUITS D'OBSERVATION
 COORDONNÉES GÉODÉSQUES X = 502 833. Y = 5 072 600. SYSTÈME DE COORDONNÉES UTM NAD83 ZONE 18
 ÉLÉVATION DE SURFACE 190.39m ÉLÉVATION TUBAGE 191.11m RÉFÉRENCE ÉLÉVATION _____ COUVERCLE CADENASSÉ: Oui
 DATE DÉBUT 2021-06-10 TECH. DE FORAGE SOL Rotation DIA. DE FORAGE SOL 19.4cm PROFONDEUR DU ROC N/A
 DATE FIN 2021-06-10 TECH. DE FORAGE ROC N/A DIA. DE FORAGE ROC N/A PROFONDEUR DE LA NAPPE 7.45m(11-06-2021)

COUPE GÉOLOGIQUE

PUITS D'OBSERVATION, SCHÉMA DE CONSTRUCTION

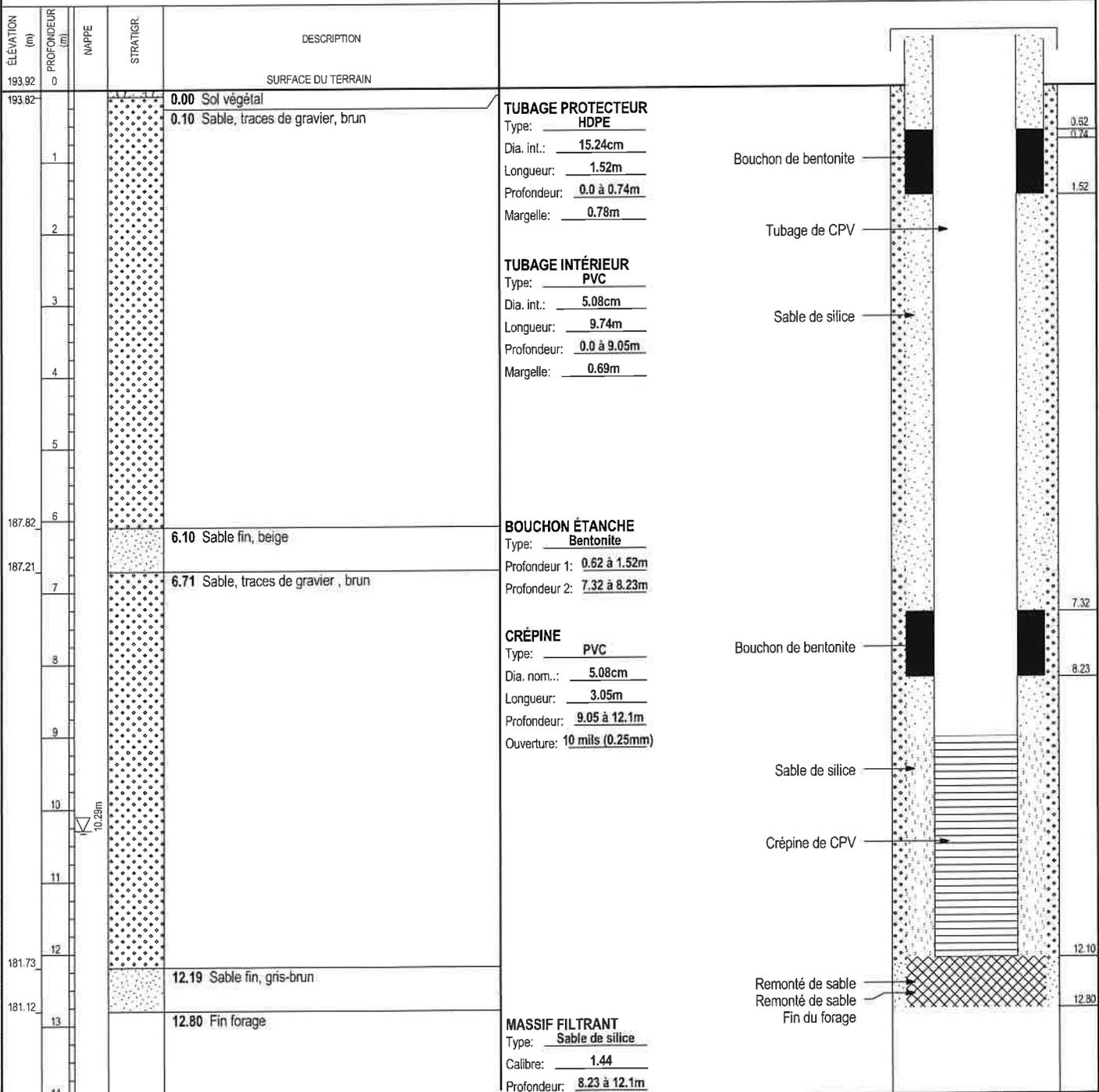


No. DE PROJET **21117-101** CLIENT **Municipalité de Notre-Dame-de-la-Paix**

ENTREPRENEUR Forage Downing OPÉRATEUR T.C TYPE DE MACHINERIE CME55 (tarière)
 SUPERVISION Jules Denis VÉRIFICATION G. Carrier TYPE D'AMÉNAGEMENT PUITS D'OBSERVATION
 COORDONNÉES GÉODÉSQUES X = 503 413. Y = 5 072 711. SYSTÈME DE COORDONNÉES UTM NAD83 ZONE 18
 ÉLÉVATION DE SURFACE 193.92m ÉLÉVATION TUBAGE 194.61m RÉFÉRENCE ÉLÉVATION _____ COUVERCLE CADENASSÉ: Oui
 DATE DÉBUT 2021-06-10 TECH. DE FORAGE SOL Rotation DIA. DE FORAGE SOL 19.4cm PROFONDEUR DU ROC N/A
 DATE FIN 2021-06-10 TECH. DE FORAGE ROC N/A DIA. DE FORAGE ROC N/A PROFONDEUR DE LA NAPPE 10.29m(11-06-2021)

COUPE GÉOLOGIQUE

PUITS D'OBSERVATION, SCHEMA DE CONSTRUCTION



No. DE PROJET **21117-101** CLIENT **Municipalité de Notre-Dame-de-la-Paix**

ENTREPRENEUR Forage Downing OPÉRATEUR T.C TYPE DE MACHINERIE CME55 (tarière)

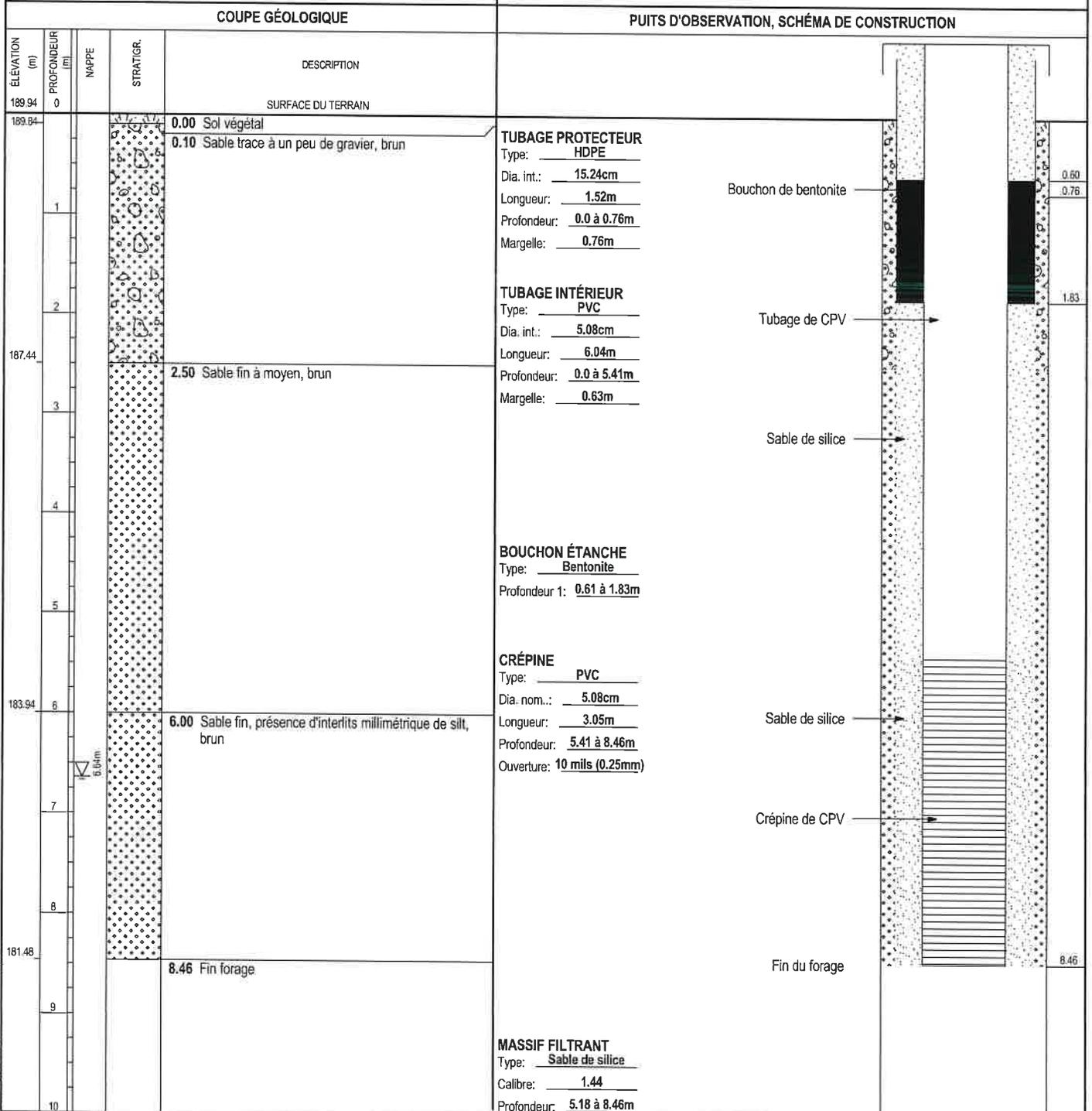
SUPERVISION Jules Denis VÉRIFICATION G. Carrier TYPE D'AMÉNAGEMENT PUITS D'OBSERVATION

COORDONNÉES GÉODÉSIQUES X = 502 729. Y = 5 072 522. SYSTÈME DE COORDONNÉES UTM NAD83 ZONE 18

ÉLÉVATION DE SURFACE 189.94m ÉLÉVATION TUBAGE 190.57m RÉFÉRENCE ÉLÉVATION _____ COUVERCLE CADENASSÉ: Oui

DATE DÉBUT 2021-07-08 TECH. DE FORAGE SOL Rotation DIA. DE FORAGE SOL 19.4cm PROFONDEUR DU ROC N/A

DATE FIN 2021-07-08 TECH. DE FORAGE ROC N/A DIA. DE FORAGE ROC N/A PROFONDEUR DE LA NAPPE 6.64m(08-07-2021)



AKIFER_HYDRO_1_21117-101 (1).GPJ 21-9-30

ANNEXE 3

Données de pompage et graphiques d'interprétation

RAPPORT D'ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT
*** DESCENTE ***

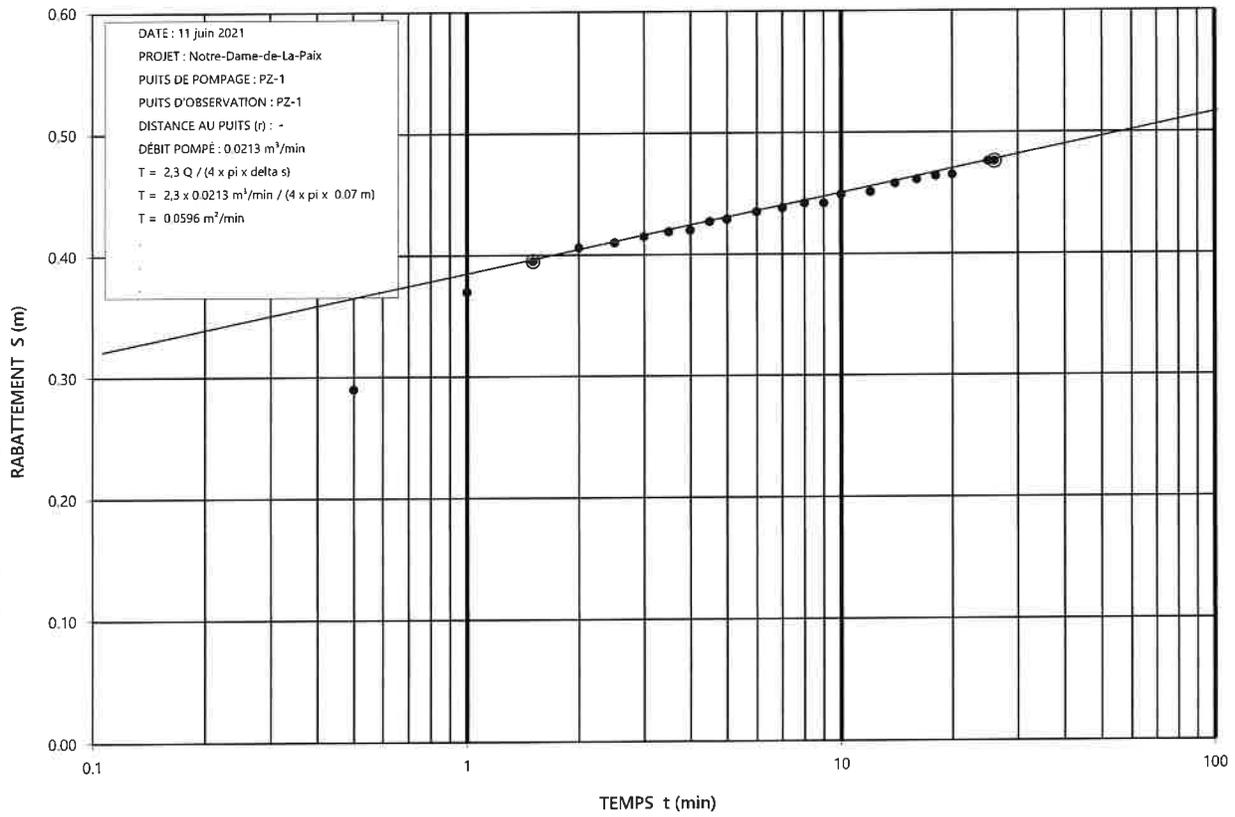
PROJET : Notre-Dame-de-La-Paix
N° : 21117-101
DATE : 11 juin 2021
DURÉE : 0 026 minutes
NOM OPÉRATEUR : J.D.

PUITS DE POMPAGE : PZ-1
PUITS D'OBSERVATION : PZ-1
DIAM INT. PUIITS OBS. : 0.051 m
DIAM EXT. TUYAU POMPE : 0.016 m
DISTANCE AU PUIITS (r) : 0.0 m

NIVEAU DE LECTURE : 8.800 m
MARGELLE : 0.87 m
NIVEAU STATIQUE : 7.930 m
RABAT. MAX : 0.476 m
DÉBIT POMPÉ : 0.0213 m³/min
5.63 guspm

TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)	TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)
0	8.800	0.000	300		
0.5	9.090	0.290	360		
1	9.170	0.370	420		
1.5	9.195	0.395	480		
2	9.206	0.406	540		
2.5	9.210	0.410	600		
3	9.215	0.415	720		
3.5	9.219	0.419	840		
4	9.220	0.420	960		
4.5	9.227	0.427	1 080		
5	9.229	0.429	1 260		
6	9.235	0.435	1 440		
7	9.238	0.438	1 620		
8	9.242	0.442	1 800		
9	9.242	0.442	1 980		
10	9.249	0.449	2 280		
12	9.251	0.451	2 580		
14	9.258	0.458	2 880		
16	9.261	0.461	3 180		
18	9.264	0.464	3 480		
20	9.265	0.465	3 780		
25	9.276	0.476	4 080		
26	9.276	0.476	4 320		
35			4 680		
40			5 040		
50			5 400		
60			5 760		
70			6 120		
80			6 480		
90			6 840		
100			7 200		
120			7 560		
150			7 920		
180			8 280		
210			8 640		
240			9 000		
270			9 360		

ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT
 COURBE DE RABATTEMENT S EN FONCTION DU TEMPS





GENIE-CONSEIL • HYDROGEOLOGIE • ENVIRONNEMENT

RAPPORT D'ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT

*** DESCENTE ***

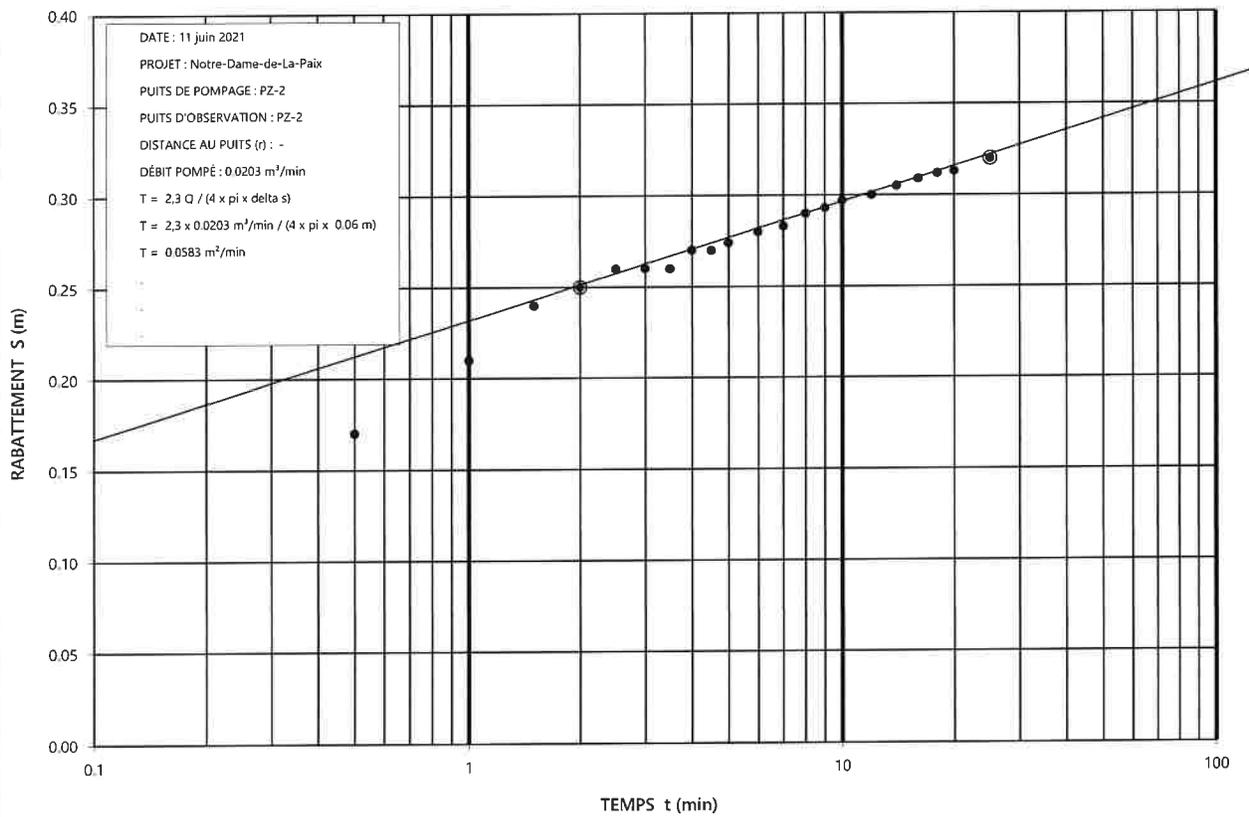
PROJET : Notre-Dame-de-La-Paix
N° : 21117-101
DATE : 11 juin 2021
DURÉE : 0 025 minutes
NOM OPÉRATEUR : J.D.

PUITS DE POMPAGE : PZ-2
PUITS D'OBSERVATION : PZ-2
DIAM INT. PUIITS OBS. : 0.051 m
DIAM EXT. TUYAU POMPE : 0.016 m
DISTANCE AU PUIITS (r) : 0.0 m

NIVEAU DE LECTURE : 7.440 m
MARGELLE : 0.72 m
NIVEAU STATIQUE : 6.720 m
RABAT. MAX : 0.320 m
DÉBIT POMPÉ : 0.0203 m³/min
5.37 guspm

TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)	TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)
0	7.440	0.000	300		
0.5	7.610	0.170	360		
1	7.650	0.210	420		
1.5	7.680	0.240	480		
2	7.690	0.250	540		
2.5	7.700	0.260	600		
3	7.700	0.260	720		
3.5	7.700	0.260	840		
4	7.710	0.270	960		
4.5	7.710	0.270	1 080		
5	7.714	0.274	1 260		
6	7.720	0.280	1 440		
7	7.723	0.283	1 620		
8	7.730	0.290	1 800		
9	7.733	0.293	1 980		
10	7.737	0.297	2 280		
12	7.740	0.300	2 580		
14	7.745	0.305	2 880		
16	7.749	0.309	3 180		
18	7.752	0.312	3 480		
20	7.753	0.313	3 780		
25	7.760	0.320	4 080		
30			4 320		
35			4 680		
40			5 040		
50			5 400		
60			5 760		
70			6 120		
80			6 480		
90			6 840		
100			7 200		
120			7 560		
150			7 920		
180			8 280		
210			8 640		
240			9 000		
270			9 360		

ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT
 COURBE DE RABATTEMENT S EN FONCTION DU TEMPS



RAPPORT D'ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT

*** DESCENTE ***

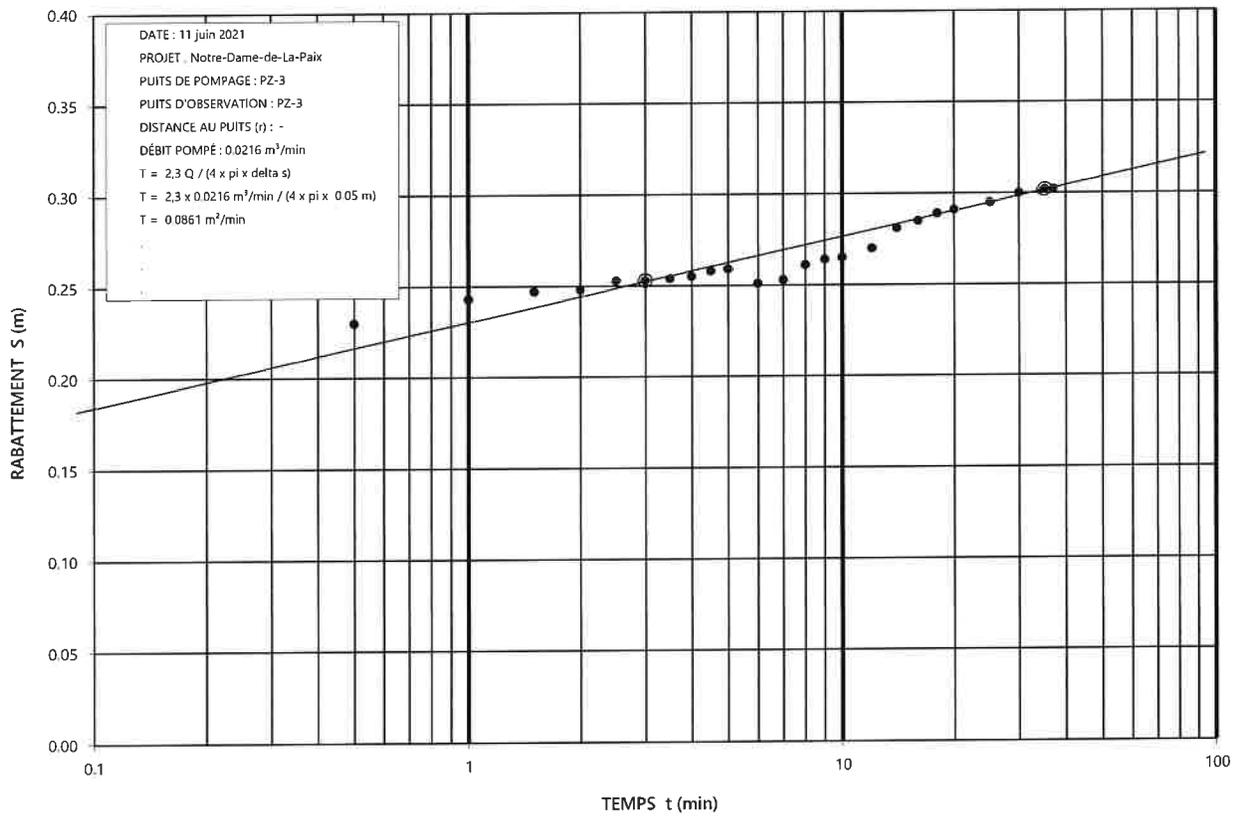
PROJET : Notre-Dame-de-La-Paix
N° : 21117-101
DATE : 11 juin 2021
DURÉE : 0 037 minutes
NOM OPÉRATEUR : J.D.

PUITS DE POMPAGE : PZ-3
PUITS D'OBSERVATION : PZ-3
DIAM INT. PUIITS OBS. : 0.051 m
DIAM EXT. TUYAU POMPE : 0.016 m
DISTANCE AU PUIITS (r) : 0.0 m

NIVEAU DE LECTURE : 10.970 m
MARGELLE : 0.69 m
NIVEAU STATIQUE : 10.280 m
RABAT. MAX : 0.302 m
DÉBIT POMPÉ : 0.0216 m³/min
5.71 guspm

TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)	TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)
0	10.970	0.000	300		
0.5	11.200	0.230	360		
1	11.213	0.243	420		
1.5	11.217	0.247	480		
2	11.218	0.248	540		
2.5	11.223	0.253	600		
3	11.223	0.253	720		
3.5	11.224	0.254	840		
4	11.225	0.255	960		
4.5	11.228	0.258	1 080		
5	11.229	0.259	1 260		
6	11.221	0.251	1 440		
7	11.223	0.253	1 620		
8	11.231	0.261	1 800		
9	11.234	0.264	1 980		
10	11.235	0.265	2 280		
12	11.240	0.270	2 580		
14	11.251	0.281	2 880		
16	11.255	0.285	3 180		
18	11.259	0.289	3 480		
20	11.261	0.291	3 780		
25	11.265	0.295	4 080		
30	11.270	0.300	4 320		
35	11.272	0.302	4 680		
37	11.272	0.302	5 040		
50			5 400		
60			5 760		
70			6 120		
80			6 480		
90			6 840		
100			7 200		
120			7 560		
150			7 920		
180			8 280		
210			8 640		
240			9 000		
270			9 360		

ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT
 COURBE DE RABATTEMENT S EN FONCTION DU TEMPS



RAPPORT D'ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT

*** DESCENTE ***

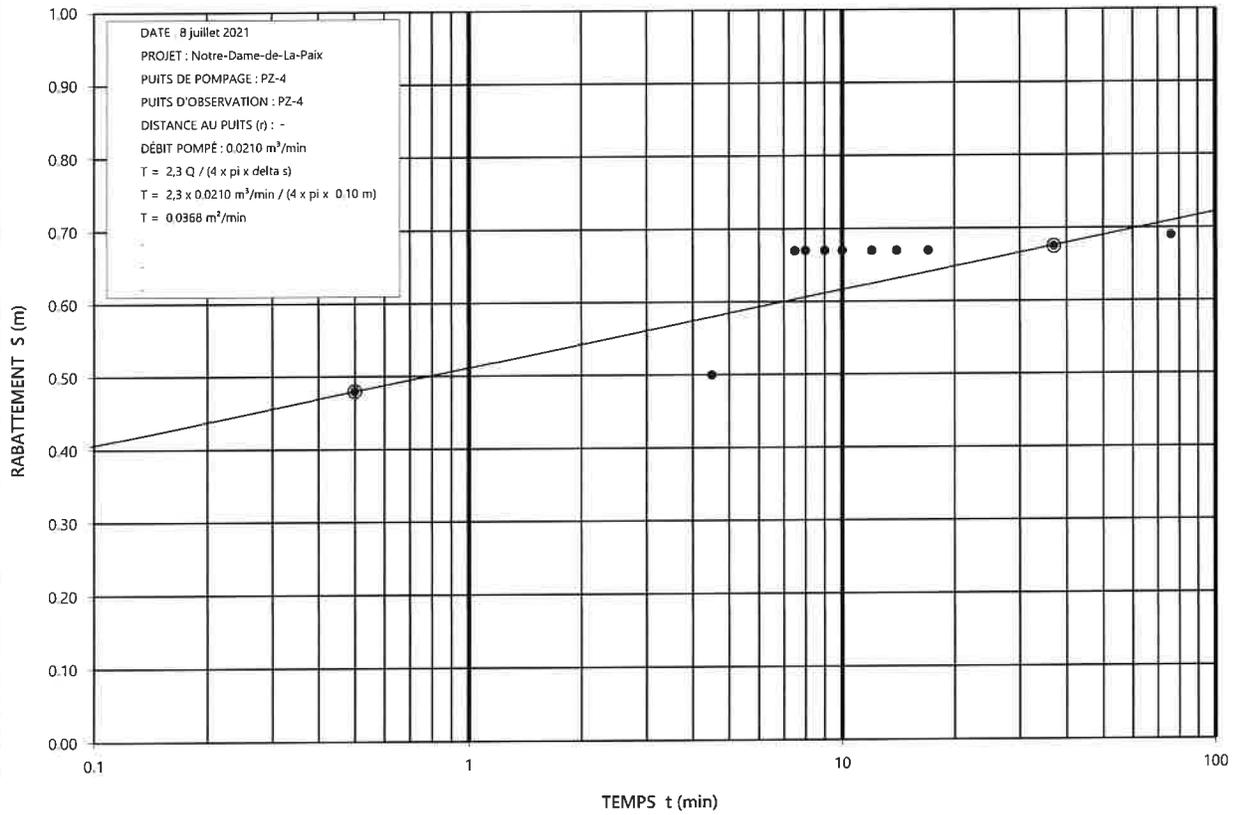
PROJET : Notre-Dame-de-La-Paix
N° : 21117-101
DATE : 8 juillet 2021
DURÉE : 0 106 minutes
NOM OPÉRATEUR : J.D.

PUITS DE POMPAGE : PZ-4
PUITS D'OBSERVATION : PZ-4
DIAM INT. PUIITS OBS. : 0.051 m
DIAM EXT. TUYAU POMPE : 0.016 m
DISTANCE AU PUIITS (r) : 0.0 m

NIVEAU DE LECTURE : 7.270 m
MARGELLE : 0.63 m
NIVEAU STATIQUE : 6.640 m
RABAT. MAX : 0.690 m
DÉBIT POMPÉ : 0.0210 m³/min
5.55 guspm

TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)	TEMPS (min)	PROFONDEUR (m)	RABATTEMENT (m)
0	7.270	0.000	300		
0.5	7.750	0.480	360		
1			420		
1.5			480		
2			540		
2.5			600		
3			720		
3.5			840		
4			960		
4.5	7.770	0.500	1 080		
5			1 260		
6			1 440		
7.5	7.940	0.670	1 620		
8	7.940	0.670	1 800		
9	7.940	0.670	1 980		
10	7.940	0.670	2 280		
12	7.940	0.670	2 580		
14	7.940	0.670	2 880		
17	7.940	0.670	3 180		
18			3 480		
20			3 780		
25			4 080		
30			4 320		
35			4 680		
37	7.945	0.675	5 040		
50			5 400		
60			5 760		
76	7.960	0.690	6 120		
80			6 480		
90			6 840		
100			7 200		
120			7 560		
150			7 920		
180			8 280		
210			8 640		
240			9 000		
270			9 360		

ESSAI DE POMPAGE À DÉBIT CONSTANT
 COURBE DE RABATTEMENT S EN FONCTION DU TEMPS



ANNEXE 4

Certificats d'analyses du laboratoire



Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Votre # Bordereau: 228576-01-01

Attention: Jules Denis

Akifer
1990 Rue Cyrille-Duquet
bureau 210
Québec, QC
CANADA G1N 4K8

Date du rapport: 2021/06/21
Rapport: R2667416
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER LAB BV: C128392

Reçu: 2021/06/11, 17:15

Matrice: Eau souterraine
Nombre d'échantillons reçus: 5

Analyses	Quantité	Date de l'	Date	Méthode de laboratoire	Méthode d'analyse
		extraction	Analysé		
Anions	5	N/A	2021/06/19	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m
Nitrate et/ou Nitrite	5	N/A	2021/06/13	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m

Remarques:

Bureau Veritas est certifié ISO/IEC 17025 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Bureau Veritas s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le MELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Bureau Veritas (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Bureau Veritas). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Bureau Veritas sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Bureau Veritas pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Bureau Veritas, sauf si convenu autrement par écrit. Bureau Veritas ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.

Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Bureau Veritas, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.

Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

Note : Les paramètres inclus dans le présent certificat sont accrédités par le MELCC, à moins d'indication contraire.



Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Votre # Bordereau: 228576-01-01

Attention: Jules Denis

Akifer
1990 Rue Cyrille-Duquet
bureau 210
Québec, QC
CANADA G1N 4K8

Date du rapport: 2021/06/21
Rapport: R2667416
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER LAB BV: C128392

Reçu: 2021/06/11, 17:15

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Marion Gagnon-Dupuis, B.Sc. GéoEnvironnement, Chargée de projets
Courriel: marion.gagnon-dupuis@bureauveritas.com
Téléphone (418)658-5784 Ext:7066422

=====

Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à l'ISO/CEI 17025. Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



Dossier Lab BV: C128392
Date du rapport: 2021/06/21

Akifer
Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Lab BV			JG0686	JG0687		JG0688		JG0689		
Date d'échantillonnage			2021/06/11 13:15	2021/06/11 12:00		2021/06/11 14:15		2021/06/11 09:45		
# Bordereau			228576-01-01	228576-01-01		228576-01-01		228576-01-01		
	Unités	CM	PZ-1	PZ-2	LDR	PZ-3	LDR	PATINOIRE	LDR	Lot CQ
CONVENTIONNELS										
Nitrites (N-NO ₂ -)	mg/L	1.0	<0.020	<0.020	0.020	<0.020	0.020	<0.20	0.20	2196739
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	10.0	1.2	0.63	0.02	9.5	0.1	<0.02	0.02	2198967
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité										

ID Lab BV			JG0690	JG0690		
Date d'échantillonnage			2021/06/11 09:05	2021/06/11 09:05		
# Bordereau			228576-01-01	228576-01-01		
	Unités	CM	P-3	P-3 Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ
CONVENTIONNELS						
Nitrites (N-NO ₂ -)	mg/L	1.0	<0.020	<0.020	0.020	2196739
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	10.0	6.1	N/A	0.02	2198967
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire N/A = Non Applicable						



**BUREAU
VERITE**

Dossier Lab BV: C128392

Date du rapport: 2021/06/21

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

REMARQUES GÉNÉRALES

CM: Tout résultat du présent certificat respecte la norme de qualité de l'eau potable du MELCC (version à jour) si il est inférieur ou égal à la concentration maximale (CM). Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.
- = Ce composé ne fait pas partie de la réglementation.

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

Les limites de détections indiquées sont multipliées par les facteurs de dilution utilisés pour l'analyse des échantillons.

Nitrite et nitrate:

À cause de la nature de l'échantillon, une meilleure limite de détection ne peut être fournie. JG0688

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C128392

Date du rapport: 2021/06/21

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analysé	Valeur	Réc	Unités
2196739	VPA	Blanc fortifié	Nitrites (N-NO ₂ -)	2021/06/12		100	%
2196739	VPA	Blanc de méthode	Nitrites (N-NO ₂ -)	2021/06/13	<0.020		mg/L
2198967	TGU	Blanc fortifié	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/06/19		103	%
2198967	TGU	Blanc de méthode	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/06/19	<0.02		mg/L

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C128392

Date du rapport: 2021/06/21

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport ont été vérifiés et validés par:

Frederic Arnau, B.Sc., Chimiste, Montréal, Spécialiste Scientifique

Faouzi Sarsi, B.Sc. Chimiste, Montréal, Analyste SR

Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à l'ISO/CEI 17025. Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Votre # Bordereau: 948379

Attention: Jules Denis

Akifer
1990 Rue Cyrille-Duquet
bureau 210
Québec, QC
CANADA G1N 4K8

Date du rapport: 2021/07/15
Rapport: R2673769
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER LAB BV: C134179

Reçu: 2021/07/09, 09:00

Matrice: Eau souterraine
Nombre d'échantillons reçus: 3

Analyses	Quantité	Date de l'	Date	Méthode de laboratoire	Méthode d'analyse
		extraction	Analysé		
Anions (1)	2	N/A	2021/07/12	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m
Anions (1)	1	N/A	2021/07/14	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m

Matrice: Eau de surface
Nombre d'échantillons reçus: 1

Analyses	Quantité	Date de l'	Date	Méthode de laboratoire	Méthode d'analyse
		extraction	Analysé		
Anions (1)	1	N/A	2021/07/12	STL SOP-00014	MA.300-Ions 1.3 R3 m

Remarques:

Bureau Veritas est certifié ISO/IEC 17025 pour certains paramètres précis des portées d'accréditation. Sauf indication contraire, les méthodes d'analyses utilisées par Bureau Veritas s'inspirent des méthodes de référence d'organismes provinciaux, fédéraux et américains, tels que le CCME, le MELCC, l'EPA et l'APHA.

Toutes les analyses présentées ont été réalisées conformément aux procédures et aux pratiques relatives à la méthodologie, à l'assurance qualité et au contrôle de la qualité généralement appliqués par les employés de Bureau Veritas (sauf s'il en a été convenu autrement par écrit entre le client et Bureau Veritas). Toutes les données de laboratoire rencontrent les contrôles statistiques et respectent tous les critères de CQ et les critères de performance des méthodes, sauf s'il en a été signalé autrement. Tous les blancs de méthode sont rapportés, toutefois, les données des échantillons correspondants ne sont pas corrigées pour la valeur du blanc, sauf indication contraire. Le cas échéant, sauf indication contraire, l'incertitude de mesure n'a pas été prise en considération lors de la déclaration de la conformité à la norme de référence.

Les responsabilités de Bureau Veritas sont restreintes au coût réel de l'analyse, sauf s'il en a été convenu autrement par écrit. Il n'existe aucune autre garantie, explicite ou implicite. Le client a fait appel à Bureau Veritas pour l'analyse de ses échantillons conformément aux méthodes de référence mentionnées dans ce rapport. L'interprétation et l'utilisation des résultats sont sous l'entière responsabilité du client et ne font pas partie des services offerts par Bureau Veritas, sauf si convenu autrement par écrit. Bureau Veritas ne peut pas garantir l'exactitude des résultats qui dépendent des renseignements fournis par le client ou son représentant.

Les résultats des échantillons solides, sauf les biotes, sont rapportés en fonction de la masse sèche, sauf indication contraire. Les analyses organiques ne sont pas corrigées en fonction de la récupération, sauf pour les méthodes de dilution isotopique.

Les résultats s'appliquent seulement aux échantillons analysés. Si l'échantillonnage n'est pas effectué par Bureau Veritas, les résultats se rapportent aux échantillons fournis pour analyse.

Le présent rapport ne doit pas être reproduit, sinon dans son intégralité, sans le consentement écrit du laboratoire.

Lorsque la méthode de référence comprend un suffixe « m », cela signifie que la méthode d'analyse du laboratoire contient des modifications validées et appliquées afin d'améliorer la performance de la méthode de référence.



Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Votre # Bordereau: 948379

Attention: Jules Denis

Akifer
1990 Rue Cyrille-Duquet
bureau 210
Québec, QC
CANADA G1N 4K8

Date du rapport: 2021/07/15
Rapport: R2673769
Version: 1 - Finale

CERTIFICAT D'ANALYSES

DE DOSSIER LAB BV: C134179

Reçu: 2021/07/09, 09:00

Notez: Les données brutes sont utilisées pour le calcul du RPD (% d'écart relatif). L'arrondissement des résultats finaux peut expliquer la variation apparente.

(1) Cette analyse a été effectuée par Bureau Veritas -Ville St. Laurent

Note : Les paramètres inclus dans le présent certificat sont accrédités par le MELCC, à moins d'indication contraire.

clé de cryptage

Veuillez adresser toute question concernant ce certificat d'analyse à votre chargé(e) de projets
Marion Gagnon-Dupuis, B.Sc. GéoEnvironnement, Chargée de projets
Courriel: marion.gagnon-dupuis@bureauveritas.com
Téléphone (418)658-5784 Ext:7066422

=====
Ce rapport a été produit et distribué en utilisant une procédure automatisée sécuritaire.

Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signatures électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à l'ISO/CEI 17025. Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C134179
Date du rapport: 2021/07/15

Akifer
Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Initiales du préleveur: JD

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU SOUTERRAINE)

ID Lab BV			JJ1573		JJ1585	JJ1585		JJ1586		
Date d'échantillonnage			2021/07/08 10:40		2021/07/08 11:42	2021/07/08 11:42		2021/07/08 12:42		
# Bordereau			948379		948379	948379		948379		
	Unités	CM	19, ST-PIERRE	Lot CQ	P-3	P-3 Dup. de Lab.	Lot CQ	PZ-4	LDR	Lot CQ

CONVENTIONNELS

Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	10.0	2.2	2206474	6.2	6.2	2206472	13	0.02	2206474
--------------------------	------	------	-----	---------	-----	-----	---------	----	------	---------

LDR = Limite de détection rapportée

Lot CQ = Lot contrôle qualité

Duplicata de laboratoire



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C134179
Date du rapport: 2021/07/15

Akifer
Votre # du projet: 21117-101
Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX
Initiales du préleveur: JD

PARAMÈTRES CONVENTIONNELS (EAU DE SURFACE)

ID Lab BV			JJ1587	JJ1587		
Date d'échantillonnage			2021/07/08 13:10	2021/07/08 13:10		
# Bordereau			948379	948379		
	Unités	CM	LAC	LAC Dup. de Lab.	LDR	Lot CQ
CONVENTIONNELS						
Nitrate(N) et Nitrite(N)	mg/L	10.0	<0.02	<0.02	0.02	2206474
LDR = Limite de détection rapportée Lot CQ = Lot contrôle qualité Duplicata de laboratoire						



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C134179

Date du rapport: 2021/07/15

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

Initiales du préleveur: JD

REMARQUES GÉNÉRALES

CM: Tout résultat du présent certificat respecte la norme de qualité de l'eau potable du MELCC (version à jour) si il est inférieur ou égal à la concentration maximale (CM). Ces références ne sont rapportées qu'à titre indicatif et ne doivent être interprétées dans aucun autre contexte.
- = Ce composé ne fait pas partie de la réglementation.

Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis pour analyse



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C134179

Date du rapport: 2021/07/15

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

Initiales du préleveur: JD

RAPPORT ASSURANCE QUALITÉ

Lot AQ/CQ	Init	Type CQ	Groupe	Date Analyisé	Valeur	Réc	Unités
2206472	BAG	Blanc fortifié	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/07/13		101	%
2206472	BAG	Blanc de méthode	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/07/13	<0.02		mg/L
2206474	TGU	Blanc fortifié	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/07/12		101	%
2206474	TGU	Blanc de méthode	Nitrate(N) et Nitrite(N)	2021/07/12	<0.02		mg/L

Blanc fortifié: Un blanc, d'une matrice exempte de contaminants, auquel a été ajouté une quantité connue d'analyte provenant généralement d'une deuxième source. Utilisé pour évaluer la précision de la méthode.

Blanc de méthode: Une partie aliquote de matrice pure soumise au même processus analytique que les échantillons, du prétraitement au dosage. Sert à évaluer toutes contaminations du laboratoire.

Réc = Récupération



BUREAU
VERITAS

Dossier Lab BV: C134179

Date du rapport: 2021/07/15

Akifer

Votre # du projet: 21117-101

Adresse du site: NOTRE-DAME-DE-LA-PAIX

Initiales du préleveur: JD

PAGE DES SIGNATURES DE VALIDATION

Les résultats analytiques ainsi que les données de contrôle-qualité contenus dans ce rapport ont été vérifiés et validés par:



Faouzi Sarsi, B.Sc. Chimiste, Montréal, Analyste SR



Miryam Assayag, B.Sc. Chimiste, Montréal, Chef d'équipe

Lab BV a mis en place des procédures qui protègent contre l'utilisation non autorisée de la signature électronique et emploie les «signataires» requis, conformément à l'ISO/CEI 17025. Veuillez vous référer à la page des signatures de validation pour obtenir les détails des validations pour chaque division.

ANNEXE 5

Détails de calculs des aires de protection et des indices
DRASTIC

AIRE D'ALIMENTATION (AIRE DE PROTECTION ÉLOIGNÉE) (TODD, 1980)

SITE DE PRÉLÈVEMENT D'EAU : P-2

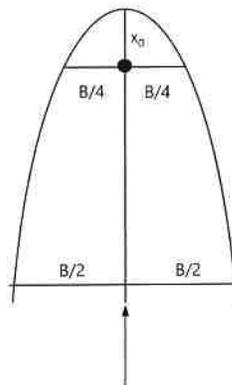
Transmissivité $T = 0.0600 \text{ m}^2/\text{min}$
 Gradient $i = 0.0026$
 Débit $Q = 0.0583 \text{ m}^3/\text{min}$

B = Largeur en mètres de l'aire d'alimentation en amont

$B/2$ = Largeur en mètres de l'aire au niveau du puits (2 fois $B/4$)

x_0 = Distance en mètres entre le puits et la limite en aval de son aire, mesurée dans le sens de l'écoulement.

$B = Q/Ti = 376.6 \text{ m}$
 $B/2 = 188.3 \text{ m}$
 $x_0 = Q/2pi = 59.9 \text{ m}$



**ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE
SELON LA MÉTHODE DRASTIC**

Paramètres	Poids (P)	Cote (C)	Indice (I = P x C)
Profondeur de l'eau	5	1 à 10	5 à 50
Recharge annuelle	4	1 à 9	4 à 36
Milieu aquifère	3	1 à 10	3 à 30
Type de sol	2	1 à 10	2 à 20
Topographie	1	1 à 10	1 à 10
Impact de la zone vadose	5	1 à 10	5 à 50
Conductivité hydraulique	3	1 à 10	3 à 30
Total :			23 à 226

DÉTERMINATION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES

Profondeur de l'eau (m)	
Intervalle	Cote
0 à 1,5	10
1,5 à 4,5	9
4,5 à 9	7
9 à 15	5
15 à 23	3
23 à 31	2
31 et +	1
Cote retenue :	7

P-2: 7,39 mètres

Recharge annuelle (cm)	
Intervalle	Cote
0 à 5	1
5 à 10	3
10 à 18	6
18 à 25	8
25 et +	9
Cote retenue :	9

>25 cm/an

Milieu aquifère	
Type d'aquifère	Cote (type)
Shale massif	1 à 3 (2)
Roche ignée/métamorphique	2 à 5 (3)
Roche ignée/métamorp. altérée	3 à 5 (4)
Till	4 à 6 (5)
Lits de grès, calcaire et shale	5 à 9 (6)
Grès massif	4 à 9 (6)
Calcaire massif	4 à 9 (6)
Sable et gravier	4 à 9 (8)
Basalte	2 à 10 (9)
Calcaire karstique	9 à 10 (10)
Cote retenue :	8

Sable et gravier

Type de sol	
Nature du sol	Cote
Sol mince ou roc	10
Gravier	10
Sable	9
Tourbe	8
Argile fissurée	7
Loam sableux	6
Loam	5
Loam silteux	4
Loam argileux	3
Terre noire	2
Argile	1
Cote retenue :	9

Sable

Topographie (%)	
Intervalle	Cote
0 à 2	10
2 à 6	9
6 à 12	5
12 à 18	3
18 et +	1
Cote retenue :	10

Sur une distance de 240 mètres en amont du puits STC-1:1,7%

Conductivité hydraulique (m/j)	
Intervalle	Cote
0,04 à 4	1
4 à 12	2
12 à 29	4
29 à 41	6
41 à 82	8
82 et +	10
Cote retenue :	2

0,00448 m/min = 6,45 m/j

Impact de la zone vadose	
Zone vadose	Cote (type)
Couche imperméable	1 [1]
Silt/argile	2 à 6 [3]
Shale	2 à 5 [3]
Calcaire	2 à 7 [6]
Grès	4 à 8 [6]
Lits de calcaire, grès et shale	4 à 8 [6]
Sable et gravier, silt et argile	4 à 8 [6]
Roche métamorphique/ignée	2 à 8 [4]
Sable et gravier	6 à 9 [8]
Basalte	2 à 10 [9]
Calcaire karstique	8 à 10 [10]
Cote retenue :	8

Sable

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE

Paramètres	Poids	Cote	Indice
	(P)	(C)	(I = P x C)
Profondeur de l'eau	5	7	35
Recharge annuelle	4	9	36
Milieu aquifère	3	8	24
Type de sol	2	9	18
Topographie	1	10	10
Impact de la zone vadose	5	8	40
Conductivité hydraulique	3	2	6
Indice DRASTIC (I)			169
Indice en %			72%

Indice DRASTIC (I)	Indice DRASTIC en %	Degré de vulnérabilité
23 à 100	0 à 38 %	Faible
101 à 179	38 à 77 %	Moyen
180 à 226	77 à 100 %	Élevé

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE SELON LA MÉTHODE DRASTIC

Paramètres	Poids (P)	Cote (C)	Indice (I = P x C)
Profondeur de l'eau	5	1 à 10	5 à 50
Recharge annuelle	4	1 à 9	4 à 36
Milieu aquifère	3	1 à 10	3 à 30
Type de sol	2	1 à 10	2 à 20
Topographie	1	1 à 10	1 à 10
Impact de la zone vadose	5	1 à 10	5 à 50
Conductivité hydraulique	3	1 à 10	3 à 30
Total :			23 à 226

DÉTERMINATION DES DIFFÉRENTS PARAMÈTRES

Profondeur de l'eau (m)	
Intervalle	Cote
0 à 1,5	10
1,5 à 4,5	9
4,5 à 9	7
9 à 15	5
15 à 23	3
23 à 31	2
31 et +	1
Cote retenue :	7

PZ-2 et PZ-4: 6,01 à 7,45 mètres

Recharge annuelle (cm)	
Intervalle	Cote
0 à 5	1
5 à 10	3
10 à 18	6
18 à 25	8
25 et +	9
Cote retenue :	9

>25 cm/an

Milieu aquifère	
Type d'aquifère	Cote (type)
Shale massif	1 à 3 (2)
Roche ignée/métamorphique	2 à 5 (3)
Roche ignée/métamorp. altérée	3 à 5 (4)
Till	4 à 6 (5)
Lits de grès, calcaire et shale	5 à 9 (6)
Grès massif	4 à 9 (6)
Calcaire massif	4 à 9 (6)
Sable et gravier	4 à 9 (8)
Basalte	2 à 10 (9)
Calcaire karstique	9 à 10 (10)
Cote retenue :	8

Sable et gravier

Type de sol	
Nature du sol	Cote
Sol mince ou roc	10
Gravier	10
Sable	9
Tourbe	8
Argile fissurée	7
Loam sableux	6
Loam	5
Loam silteux	4
Loam argileux	3
Terre noire	2
Argile	1
Cote retenue :	6

Loam sableux

Topographie (%)	
Intervalle	Cote
0 à 2	10
2 à 6	9
6 à 12	5
12 à 18	3
18 et +	1
Cote retenue :	10

Sur une distance de 240 mètres en amont du puits STC-1:1,7%

Conductivité hydraulique (m/j)	
Intervalle	Cote
0,04 à 4	1
4 à 12	2
12 à 29	4
29 à 41	6
41 à 82	8
82 et +	10
Cote retenue :	2

0,00448 m/min = 6,45 m/j

Impact de la zone vadose	
Zone vadose	Cote (type)
Couche imperméable	1 [1]
Silt/argile	2 à 6 [3]
Shale	2 à 5 [3]
Calcaire	2 à 7 [6]
Grès	4 à 8 [6]
Lits de calcaire, grès et shale	4 à 8 [6]
Sable et gravier, silt et argile	4 à 8 [6]
Roche métamorphique/ignée	2 à 8 [4]
Sable et gravier	6 à 9 [8]
Basalte	2 à 10 [9]
Calcaire karstique	8 à 10 [10]
Cote retenue :	8

Sable

ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DE L'AQUIFÈRE

Paramètres	Poids	Cote	Indice
	(P)	(C)	(I = P x C)
Profondeur de l'eau	5	7	35
Recharge annuelle	4	9	36
Milieu aquifère	3	8	24
Type de sol	2	6	12
Topographie	1	10	10
Impact de la zone vadose	5	8	40
Conductivité hydraulique	3	2	6
Indice DRASTIC (I)			163
Indice en %			69%

Indice DRASTIC (I)	Indice DRASTIC en %	Degré de vulnérabilité
23 à 100	100 x (I-23) / 203	Faible
101 à 179		Moyen
180 à 226		Élevé

