

Rapport d'analyse de la vulnérabilité de la source pour les points de prélèvement d'eau souterraine PE-1, PE-2, PE-3, PE-4, PE-5 et PE-6

Municipalité de Saint-Raphaël



Saint-Raphaël
MRC de Bellechasse

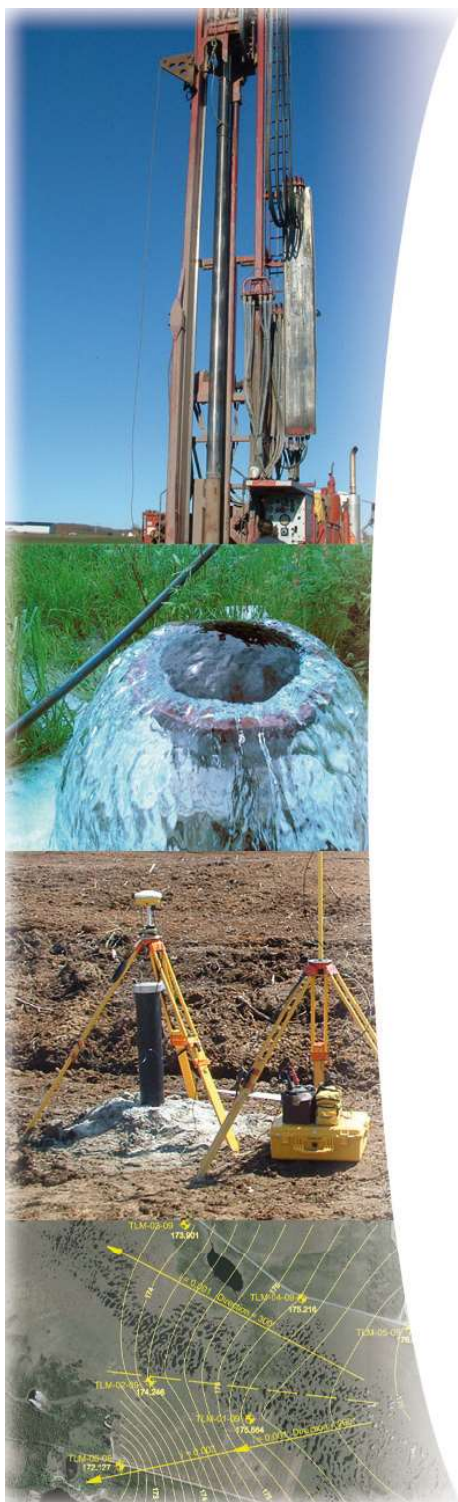


Table des matières

1	Caractérisation sommaire du secteur d'alimentation des sites de prélèvement d'eau....	1
2	Caractérisation des sites de prélèvement d'eau.....	1
2.1	Description des sites de prélèvement.....	1
2.1.1	Description du site de prélèvement de P-1 (X00107044-004)	1
2.1.2	Description du site de prélèvement de P-2 (X00107044-002)	5
2.1.3	Description du site de prélèvement de P-3 (X00107044-005)	8
2.1.4	Description du site de prélèvement de P-4 (X00107044-008)	11
2.1.5	Description du site de prélèvement de P-5 (X2173754-001).....	14
2.1.6	Description du site de prélèvement de P-6 (X2173754-002).....	17
2.1.7	Description du site d'installation de production d'eau potable X00107044...	20
2.1.8	Description de l'installation de production d'eau potable identifiée X2173754 (330, boulevard Saint-Pierre)	20
2.2	Plan de localisation des aires de protection des sites de prélèvement	20
2.2.1	Site P-1 (X00107044-004).....	20
2.2.2	Site P-2 (X00107044-002).....	21
2.2.3	Site P-3 (X00107044-005).....	21
2.2.4	Site P-4 (X00107044-008).....	26
2.2.5	Site P-5 (X2173754-001)	26
2.2.6	Site P-6 (X2173754-002)	27
2.2.7	Modélisation des aires de protection des puits P-1 à P-6	31
2.2.7.1	Conception du modèle numérique	32
2.2.7.2	Conditions limites	32
2.2.7.3	Propriétés hydrogéologiques	33
2.2.7.4	Recharge	33
2.2.7.5	Calibration du modèle numérique.....	34
2.2.7.6	Analyse de la sensibilité.....	35
2.2.7.7	Aires de protection	37
2.3	Niveaux de vulnérabilité des aires de protection	38
3	Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent.....	39
4	Résultats de l'inventaire des événements potentiels et de l'évaluation des menaces qu'ils représentent	40
5	Résultats de l'inventaire des affectations du territoire	40
6	Identification des problèmes avérés	43
7	Conclusion et recommandations.....	44

Liste des figures

Figure 1 : Photo P-1.....	3
Figure 2 : coupe géologique P-1.....	4
Figure 3 : Photo P-2.....	6
Figure 4 : coupe géologique P-2.....	7
Figure 5 : Photo P-3.....	9
Figure 6 : coupe géologique P-3.....	10
Figure 7 : Photo P-4.....	12
Figure 8 : coupe géologique P-4.....	13
Figure 9 : Photo P-5.....	15
Figure 10 : coupe géologique P-5.....	16
Figure 11 : Photo P-6.....	18
Figure 12 : coupe géologique P-6.....	19
Figure 13 : aire d'alimentation P-1.....	23
Figure 14 : aire d'alimentation P-2.....	24
Figure 15 : aire d'alimentation P-3.....	25
Figure 16 : aire d'alimentation P-4.....	28
Figure 17 : aire d'alimentation P-5.....	29
Figure 18 : aire d'alimentation P-6.....	30
Figure 19 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau	35
Figure 20 : Analyse de sensibilité - Conductivité.....	36
Figure 21 : Analyse de sensibilité - Recharge.....	36
Figure 22 : Représentation numérique des aires d'alimentation des 6 puits	38
Figure 23 : Carte d'affectation du territoire.....	42

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des aires d'alimentation	27
Tableau 2 : Provenance des informations utilisées.....	32
Tableau 3 : Répartition de la conductivité hydraulique par unité géologique retenue.....	33
Tableau 4 : Répartition de la recharge par unité de dépôts meubles	34
Tableau 5 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)	34

Liste des annexes

- Annexe 1 : Carte géologique des dépôts meubles
Annexe 2 : Compilation des données générées (tableaux A4-1 à A4-5)

1 Caractérisation sommaire du secteur d'alimentation des sites de prélèvement d'eau

La municipalité de Saint-Raphaël utilise six sites de prélèvement d'eau souterraine tous aménagés dans une unité sablo-graveleuse couvrant une superficie d'environ 7,5 km² et apparaissant du côté ouest de la Rivière du Sud. Cette formation identifiée Mde et de forme arrondie sur la carte géologique des dépôts meubles apparaissant à l'annexe 1 fait référence à l'accumulation de dépôts essentiellement granulaires qui se sont déposés dans une dépression topographique au pied d'un cours d'eau provenant de la fonte d'un glacier lors de son retrait vers le sud.

Ces dépôts granulaires sont d'ailleurs exploités à deux sites localisés respectivement au nord-ouest (le plus importante) du périmètre urbain et à l'est de ce dernier couvrant une superficie d'exploitation totale de 0,75 km².

2 Caractérisation des sites de prélèvement d'eau

2.1 Description des sites de prélèvement

Les informations relatives à la description de chacun des sites de prélèvement proviennent des documents suivants :

- RDR Consultants, 2007, 2010
- Mission HGE Inc : 2004, 2012, 2013
- BPR Inc : 2016
- Groupe ROCHE : 2012

2.1.1 Description du site de prélèvement de P-1 (X00107044-004)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1993 et est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 286 556 Y : 5 184 864 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 200 mm de diamètre et de 11,9 m de profondeur p/r sol aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 1,8 m de longueur et de 1,0 mm d'ouverture installée entre 10,1 m et 11,9 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Grundfos de 4 HP (modèle 40S50-12) de 100 mm de diamètre mise en place en 2009 à 8,73 m de profondeur p/r surface du sol et pouvant fournir 114 L/min à 60 psi. L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage (73, rang Sainte-Catherine) via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant des autres ouvrages de captage P-2, P-3 et P-4 avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Ce point de prélèvement n'est muni d'aucune chambre de pompage

sous la crépine. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 1992, il était de 170 l/min (245 m³/jour).

Ce puits a fait l'objet d'une réhabilitation en 2011.

Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page: 3-9
			Rév. : 00



Figure 3-6 : Aménagement du puits PE-1



2.1.2 Description du site de prélèvement de P-2 (X00107044-002)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1993 et est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 286 576 Y : 5 184 881 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 200 mm de diamètre et de 10,15 m de profondeur p/r sol aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 0,76 mm d'ouverture installée entre 8,35 m et 10,15 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Grundfos de 3 HP (modèle 40S30-9) de 100 mm de diamètre pouvant fournir 114 l/min à 60 psi. L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant des autres ouvrages de captage P-1, P-3 et P-4 avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Ce point de prélèvement n'est muni d'aucune chambre de pompage sous la crépine. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 1993, il était de 100 l/min (144 m³/jour).

Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Ce puits a fait l'objet d'une réhabilitation en 2011.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-10
			Rév. : 00



Figure 3-7 : Aménagement du puits PE-2



2.1.3 Description du site de prélèvement de P-3 (X00107044-005)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 1997 et est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 286 546 Y : 5 184 899 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 200 mm de diamètre et de 14,15 m de profondeur p/r sol aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 1,5 m de longueur et de 0,76 mm d'ouverture installée entre 12,65 m et 14,15 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque GRUNDFOS de 5 HP (modèle SP-4). L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant des autres ouvrages de captage P-1, P-2 et P-4 avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Contrairement aux puits précédents, ce point de prélèvement est muni d'une chambre de pompage de 1,5 m de longueur sous la crépine et positionnée entre 14,15 et 15,67 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 1997, il était de 90 l/min (130 m³/jour).

Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Ce puits a fait l'objet d'une réhabilitation en 2004 et en 2011.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-11
			Rév. : 00



Figure 3-8 : Aménagement du puits PE-3

Les figures 3-9 à 3-11 montrent les schémas de construction originaux des puits PE-1 à PE-3.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page: 3-14
			Rév.: 00

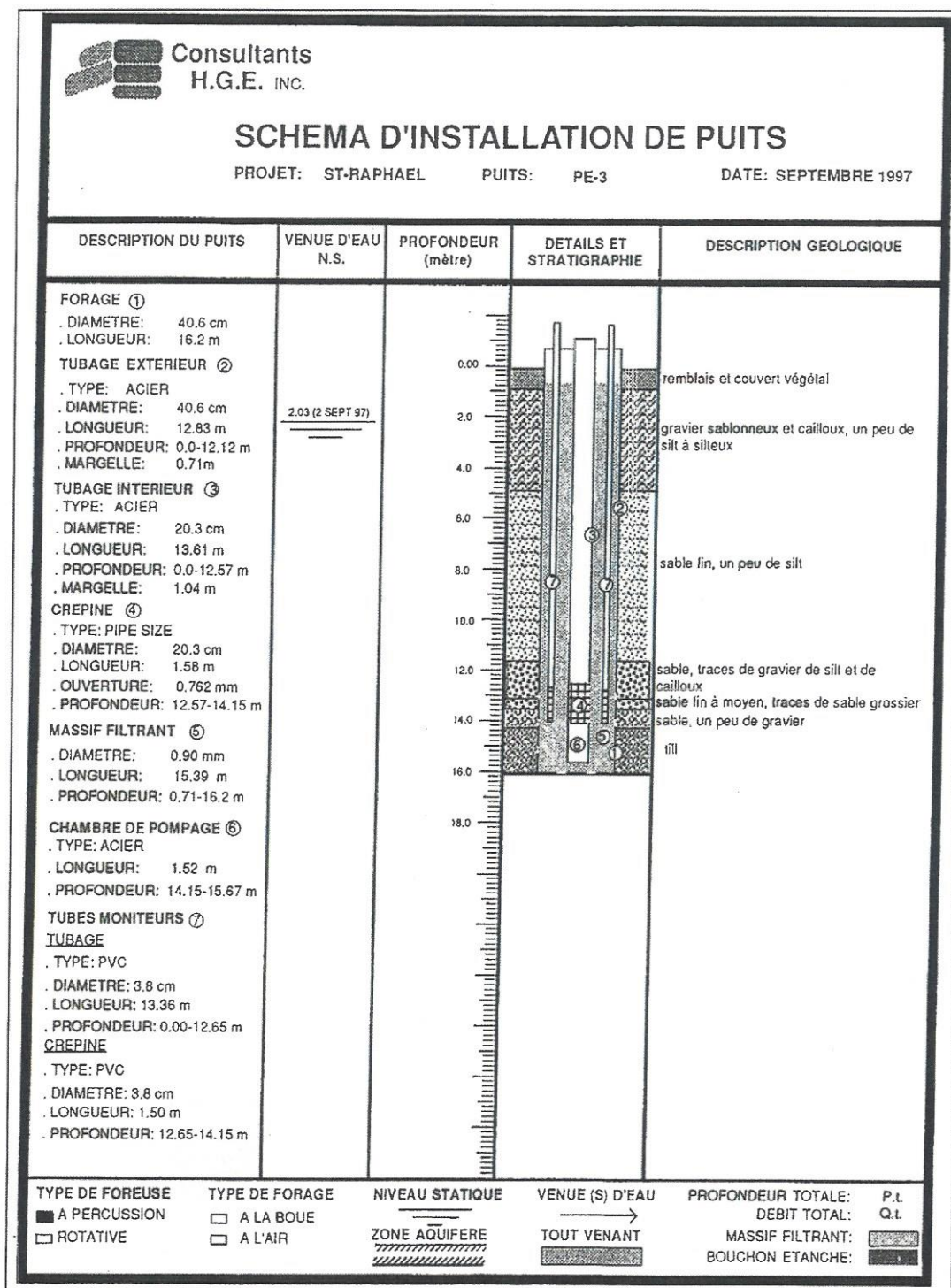


Figure 3-11 : Schéma de construction du puits PE-3

2.1.4 Description du site de prélèvement de P-4 (X00107044-008)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 2004 mais exploité depuis 2014 ; il est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 286 081 Y : 5 184 331 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 200 mm de diamètre et de 11,8 m de profondeur aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 0,89 mm d'ouverture installée entre 8,7 m et 11,8 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque National Pump de 5 HP (modèle SP-4012) et de 100 mm de diamètre pouvant fournir 214 l/min. L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage via une conduite d'amenée de 100 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant des autres ouvrages de captage avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Comme pour le puits précédent, ce point de prélèvement est muni d'une chambre de pompage de 2,1 m de longueur sous la crépine et positionnée entre 11,7 et 13,8 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 2004, il était de 113 l/min (163 m³/jour).

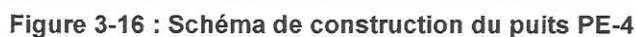
Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Ce puits a fait l'objet d'une réhabilitation en 2012.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page: 3-22
			Rév. : 00



Figure 3-14 : Aménagement du puits PE-4



2.1.5 Description du site de prélèvement de P-5 (X2173754-001)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 2005 et est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 284 401 Y : 5 185 061 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 250 mm de diamètre et de 19,86 m de profondeur aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 0,89 mm d'ouverture installée entre 15,6 m et 17,86 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque Grundfos de 15 HP (modèle 150S150-8) de 150 mm de diamètre installée en 2005. L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage (330, boulevard Saint-Pierre) via une conduite d'amenée de 50 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant de P-6 avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Comme pour P-3 et P-4, ce point de prélèvement est muni d'une chambre de pompage de 2 m de longueur sous la crépine et positionnée entre 17,8 et 19,8 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 2005, il était de 378 l/min (544 m³/jour).

Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Ce puits a fait l'objet d'une réhabilitation en 2012 et en 2019.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-33
			Rév. : 00



Figure 3-20 : Aménagement du puits PE-5



Figure 3-21 : Aménagement du puits PE-6

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-34
			Rév. : 00

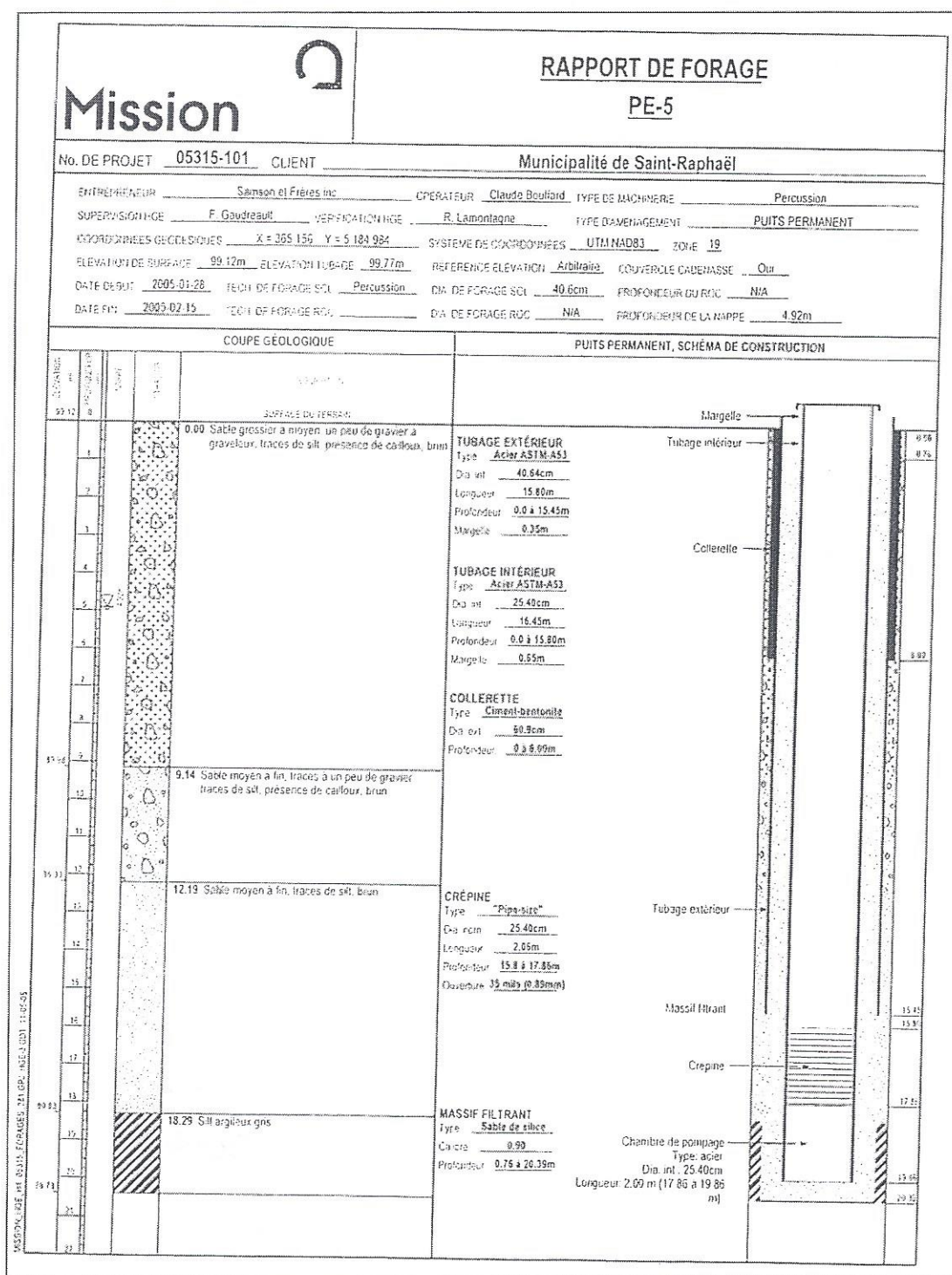


Figure 3-22 : Schéma de construction du puits PE-5

2.1.6 Description du site de prélèvement de P-6 (X2173754-002)

Cet ouvrage de captage a été aménagé en 2011 et est utilisé en permanence depuis ce temps. Sa localisation est la suivante :

X : 284 405 Y : 5 185 065 Projection NAD 1983 MTM fuseau 7

Ce site de prélèvement d'eau souterraine est un puits tubulaire de 250 mm de diamètre et de 20,5 m de profondeur aménagé dans un horizon granulaire et muni d'une crépine de 0,89 mm d'ouverture installée entre 16,4 m et 18,4 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Présentement, cet ouvrage de captage est équipé d'une pompe de marque GRUNDFOS de 20 HP (modèle 150S200-9) de 150 mm de diamètre installée en 2012 et pouvant fournir 372 l/min à 60 psi. L'eau provenant de ce puits est dirigé vers le poste de pompage via une conduite d'amenée de 100 mm de diamètre où elle est mélangée avec l'eau provenant de P-5 avant sa distribution dans le réseau d'aqueduc municipal. Comme pour P-3, P-4 et P-5, ce point de prélèvement est muni d'une chambre de pompage de 2 m de longueur sous la crépine et positionnée entre 18,4 et 20,4 m de profondeur par rapport à la surface du sol. Quant au débit recommandé à partir des résultats de l'essai de pompage en 2011, il était de 378 l/min (544 m³/jour). Cependant, compte tenu de la proximité de ces deux puits, un débit combiné total de 378 l/min provenant de ces deux puits a été recommandé en 2016.

Les figures suivantes présentent l'environnement immédiat de cette installation de captage de même que sa coupe géologique et technique.

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-33
			Rév. : 00



Figure 3-20 : Aménagement du puits PE-5



Figure 3-21 : Aménagement du puits PE-6

Municipalité de Saint-Raphaël	Installations de production d'eau potable Manuel d'exploitation Chapitre 3 Captage d'eau brute	Projet n° : 13345	
		Date : Mai 2016	Page : 3-35
			Rév. : 00

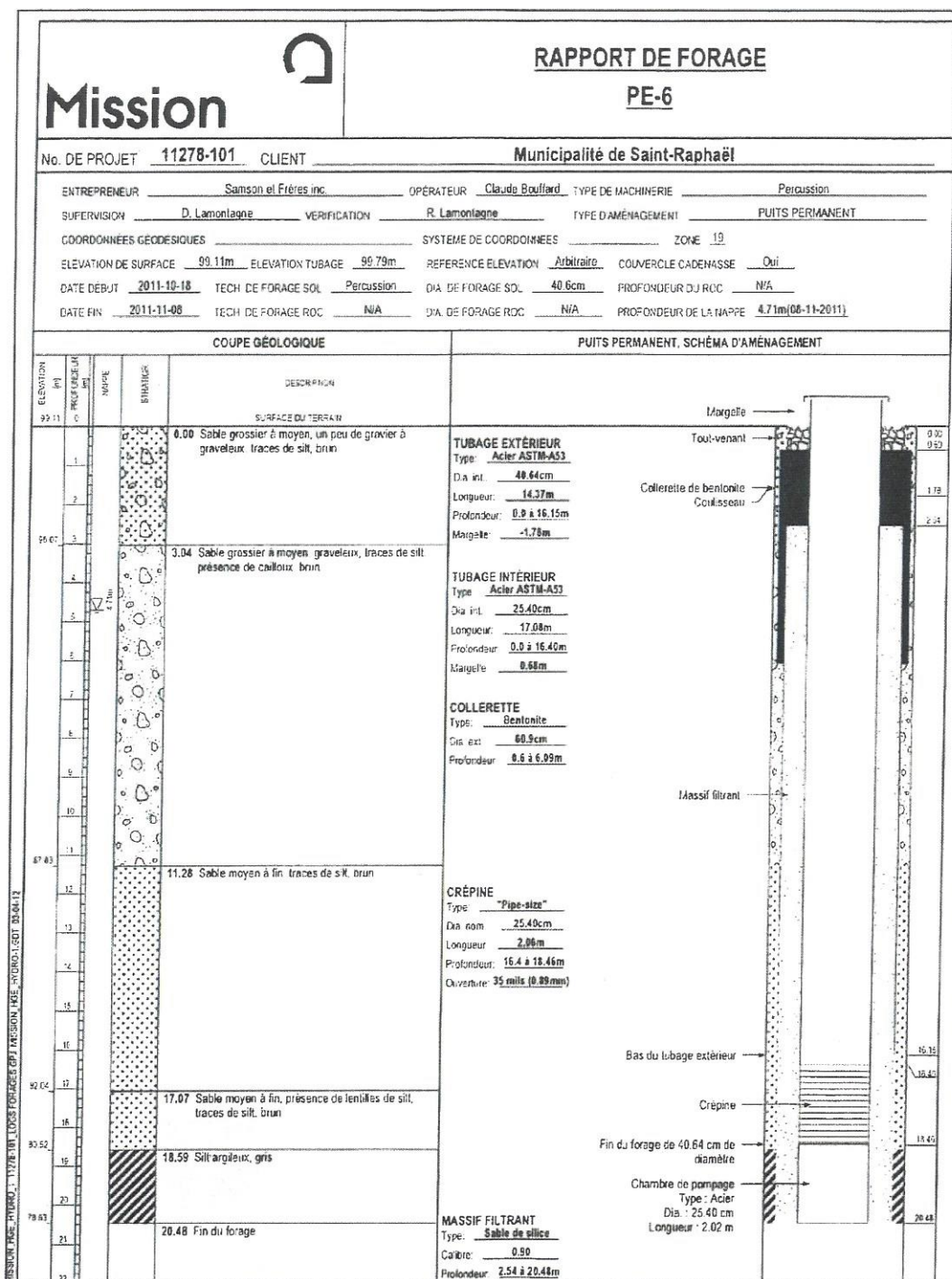


Figure 3-23 : Schéma de construction du puits PE-6

2.1.7 Description du site d'installation de production d'eau potable X00107044

Cette installation de production d'eau potable située au 24, Côte du Moulin reçoit l'eau de quatre sites de prélèvement (P-1, P-2, P-3 et P-4) et le seul traitement appliqué à l'eau provenant de ces puits est une désinfection à l'hypochlorite de sodium. Ainsi, l'eau pompée de chacun de ces puits est dirigée vers un réservoir pour y être traitée avant sa distribution.

2.1.8 Description de l'installation de production d'eau potable identifiée X2173754 (330, boulevard Saint-Pierre)

Cette installation de production d'eau potable située au 330, Boulevard Saint-Pierre reçoit l'eau de deux sites de prélèvement (P-5 et P-6) pour lesquels les traitements suivants sont appliqués à l'eau de ces puits :

- un séquestrant (pyrophosphate) pour l'enlèvement du fer et du manganèse ;
- de la soude caustique (hydroxyde de sodium) pour maintenir le pH aux environs de 7,0 ;
- du chlore (hypochlorite de sodium) pour désinfecter l'eau avant sa distribution.

2.2 Plan de localisation des aires de protection des sites de prélèvement

Les aires de protection des sites de prélèvement ont été produites par le logiciel de numérisation ModelMuse 4.0 qui utilise le code de MODFLOW 6 et le débit considéré pour le calcul de ces aires correspond au débit de consommation moyen pour chacun de ces puits et ce, entre janvier 2013 et mars 2019. À noter que, par défaut, les aires de protection immédiate de chacun de ces sites de prélèvement correspondent à une distance de 30 m.

2.2.1 Site P-1 (X00107044-004)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 67 m³/jour obtenue contrairement au débit de 187 m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par RDR Consultants en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Elle est orientée selon une direction NORD/SUD et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0272 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 2.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 20 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 175 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 540 m
- Aire de protection éloignée : 540 m

La figure 13 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

2.2.2 Site P-2 (X00107044-002)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 22 m³/jour obtenue pour les 6 dernières années contrairement au débit de 144 (RDR) m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par RDR Consultants en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Elle est également orientée selon une direction NORD/SUD et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0267 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 2.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 15 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 165 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 516 m
- Aire de protection éloignée : 516 m

La figure 14 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

2.2.3 Site P-3 (X00107044-005)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 40,3 m³/jour obtenue pour les 6 dernières années contrairement au débit de 130 m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par RDR Consultants en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Comme pour les deux premiers, elle est également orientée selon une direction NORD/SUD et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0267 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 2.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 35 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 167 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 505 m
- Aire de protection éloignée : 540 m

La figure 15 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

FIGURE 13 : Aires de protection du puits PE-1

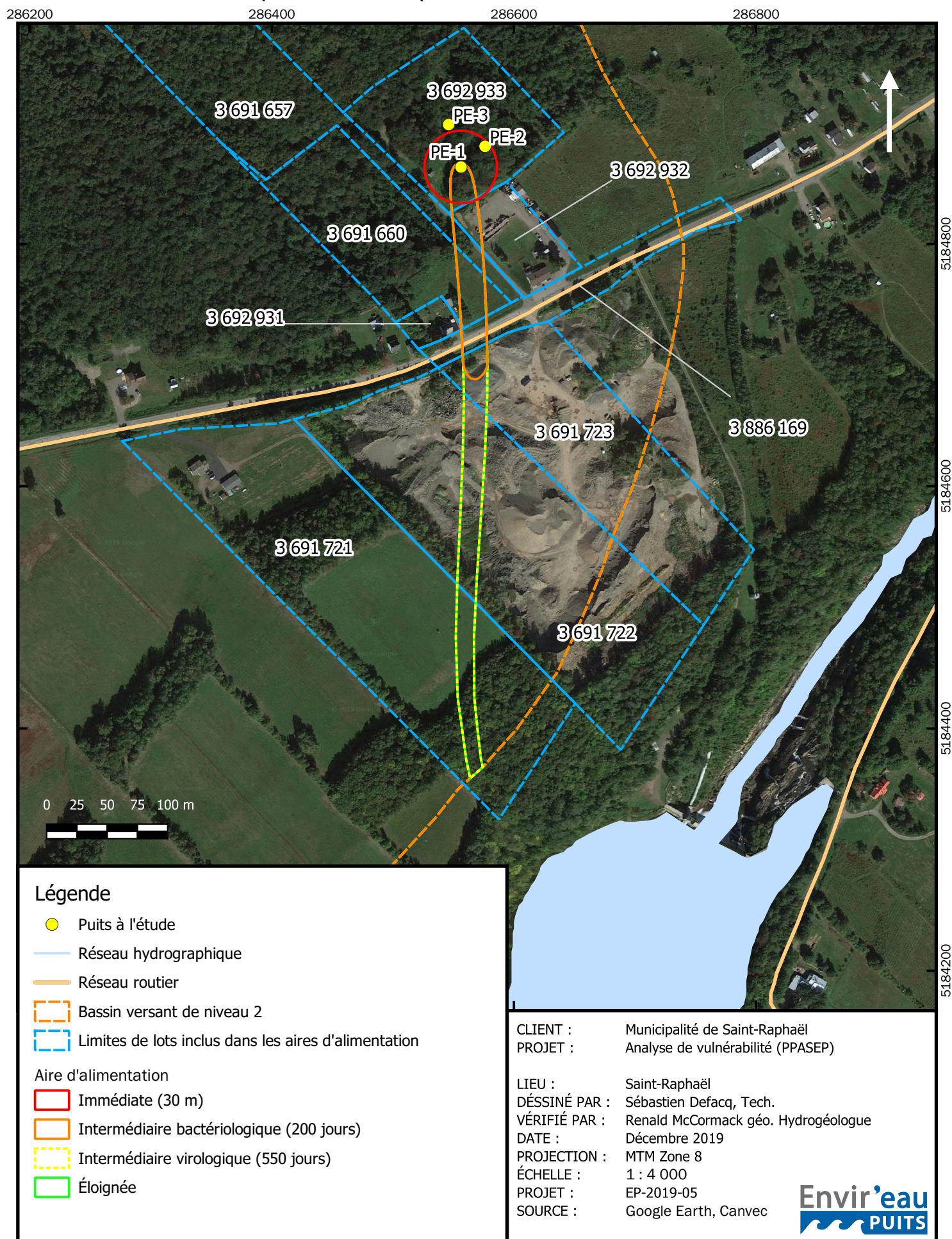


FIGURE 14 : Aires de protection du puits PE-2

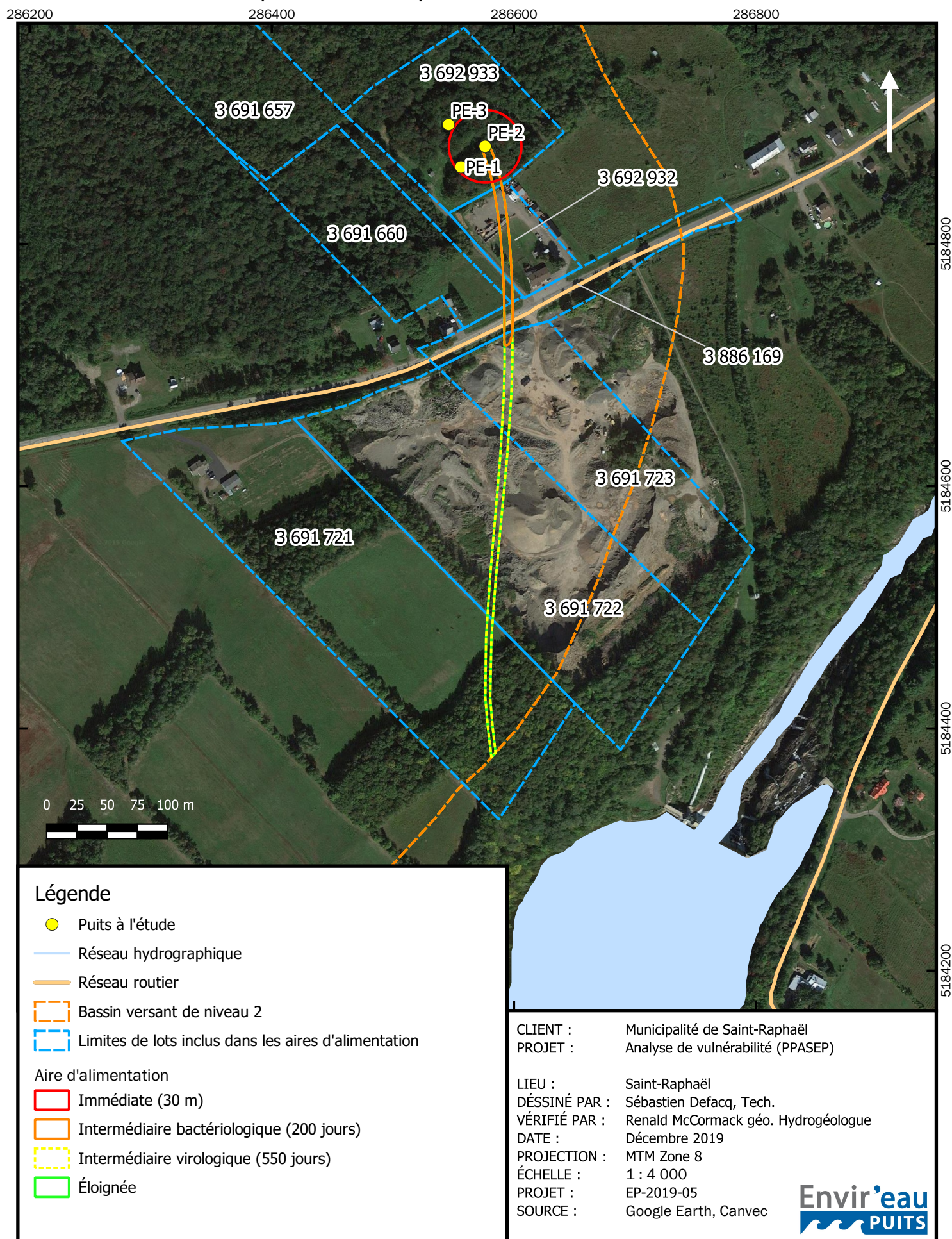
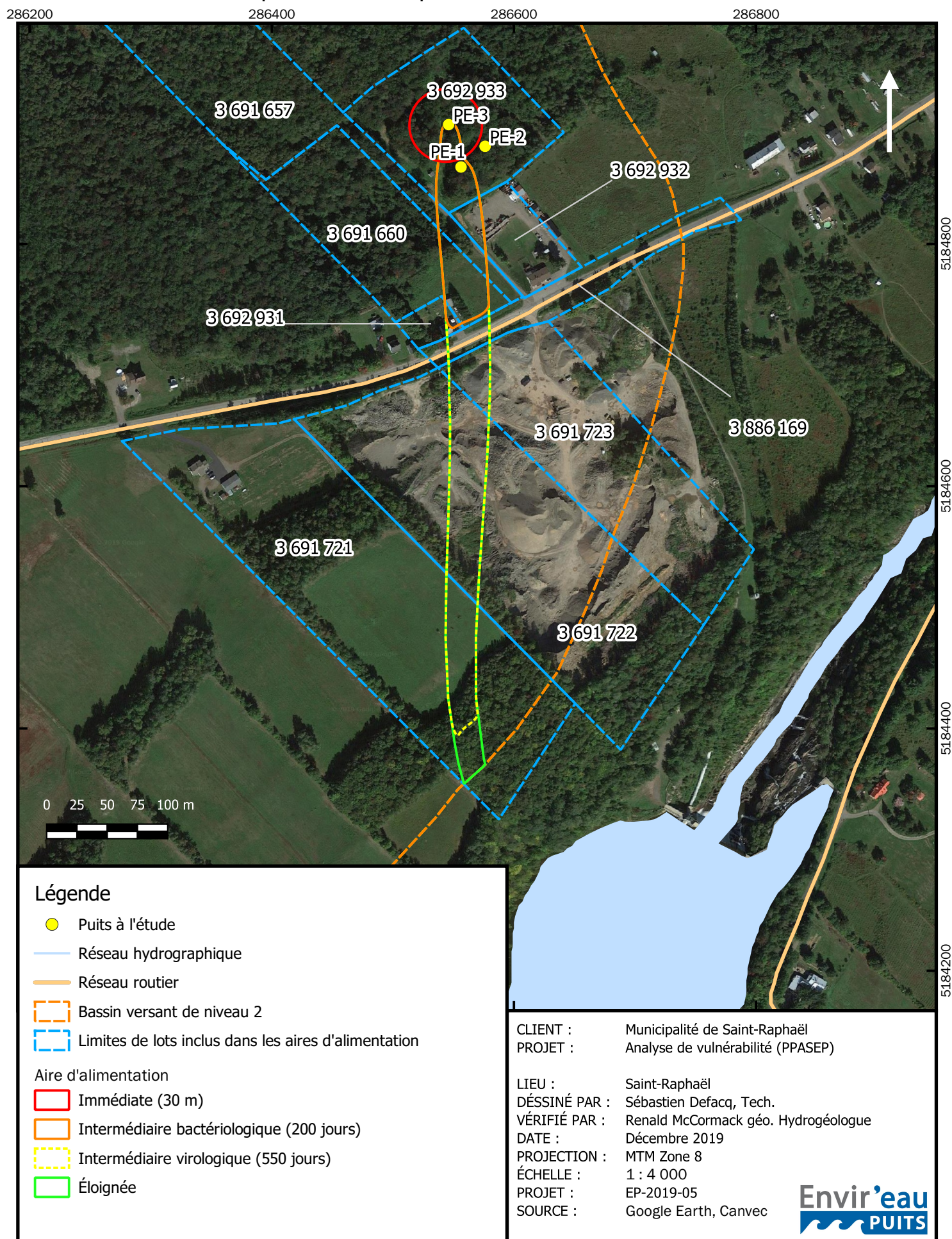


FIGURE 15 : Aires de protection du puits PE-3



2.2.4 Site P-4 (X00107044-008)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 76,5 m³/jour obtenue pour les 6 dernières années contrairement au débit de 163 m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par RDR Consultants en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Elle est orientée selon une direction SUD-EST/NORD-OUEST et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0185 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 3.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 30 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 177 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 387 m
- Aire de protection éloignée : 501 m

La figure 16 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

2.2.5 Site P-5 (X2173754-001)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 117 m³/jour obtenue pour les 6 dernières années contrairement au débit de 544 m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par Mission HGE Inc. en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Elle est orientée selon une direction SUD-EST/NORD-OUEST et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0233 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 3.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 20 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 328 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours) : 817 m
- Aire de protection éloignée : 859 m

La figure 17 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

2.2.6 Site P-6 (X2173754-002)

L'aire d'alimentation de ce site de prélèvement a été calculée sur la base d'une consommation moyenne de 127 m³/jour obtenue pour les 6 dernières années contrairement au débit de 544 m³/jour qui a été utilisé pour la détermination des aires d'alimentation en 2003 par Mission HGE Inc. en vertu de l'ancien Règlement sur le captage des eaux souterraines. Elle est orientée selon une direction SUD-EST/NORD-OUEST et sous un gradient hydraulique moyen de 0,0233 et s'étend jusqu'à une ligne de partage des eaux de niveau 3.

Ainsi, sur la base des caractéristiques hydrogéologiques de l'unité aquifère sollicitée et selon la consommation moyenne observée sur ce point de prélèvement, les dimensions suivantes ont été calculées :

- Largeur moyenne : 45 m
- Aire de protection intermédiaire bactériologique (200 jours) : 333 m
- Aire de protection intermédiaire virologique (550 jours): 819 m
- Aire de protection éloignée : 867 m

La figure 18 présente l'étendue de cette aire d'alimentation, des aires de protection intermédiaires bactériologique (200 jours) et virologique (550 jours) de même que l'aire de protection éloignée.

Le tableau suivant résume les diverses informations reliées au calcul des aires d'alimentation de ces six puits

Site de prélèvement NO	Gradient moyen	Débit moyen (m ³ /j) 2013-2018	Aire de protection bactériologique (m)	Aire de protection virologique (m)	Aire de protection éloignée (m) Longueur / largeur moyenne (m)
P-1 (X00107044-004)	0,0272	67	175	540	540 / 20
P-2 (X00107044-002)	0,0267	22	165	516	516 / 15
P-3 (X00107044-005)	0,0267	40,3	167	505	540 / 35
P-4 (X00107044-008)	0,0185	76,5	177	387	501 / 30
P-5 (X2173754-001)	0,0233	117	328	817	859 / 20
P-6 (X2173754-002)	0,0233	127	333	819	867 / 45

Tableau 1 : Caractéristiques des aires d'alimentation

FIGURE 16 : Aires de protection du puits PE-4

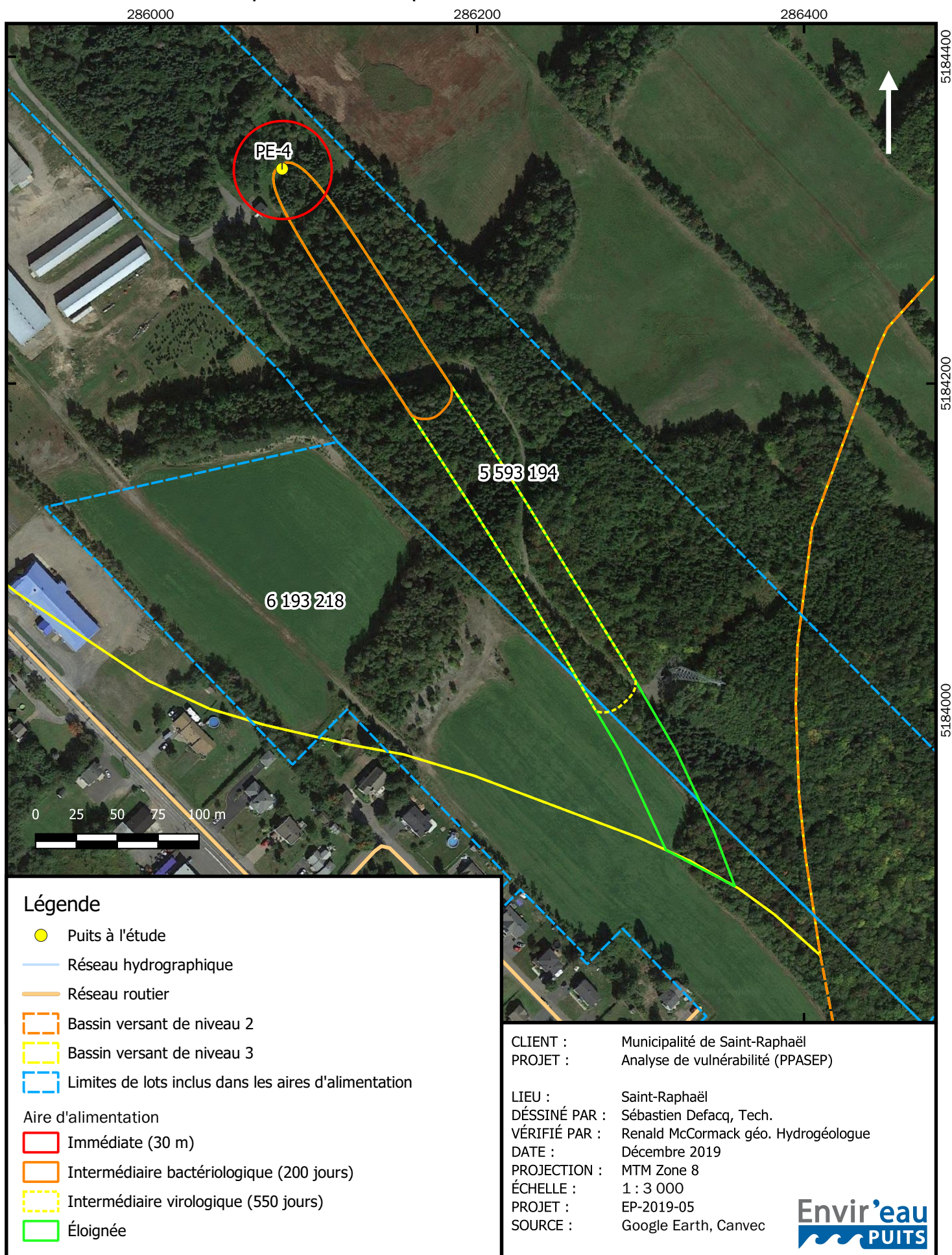


FIGURE 17 : Aires de protection du puits PE-5

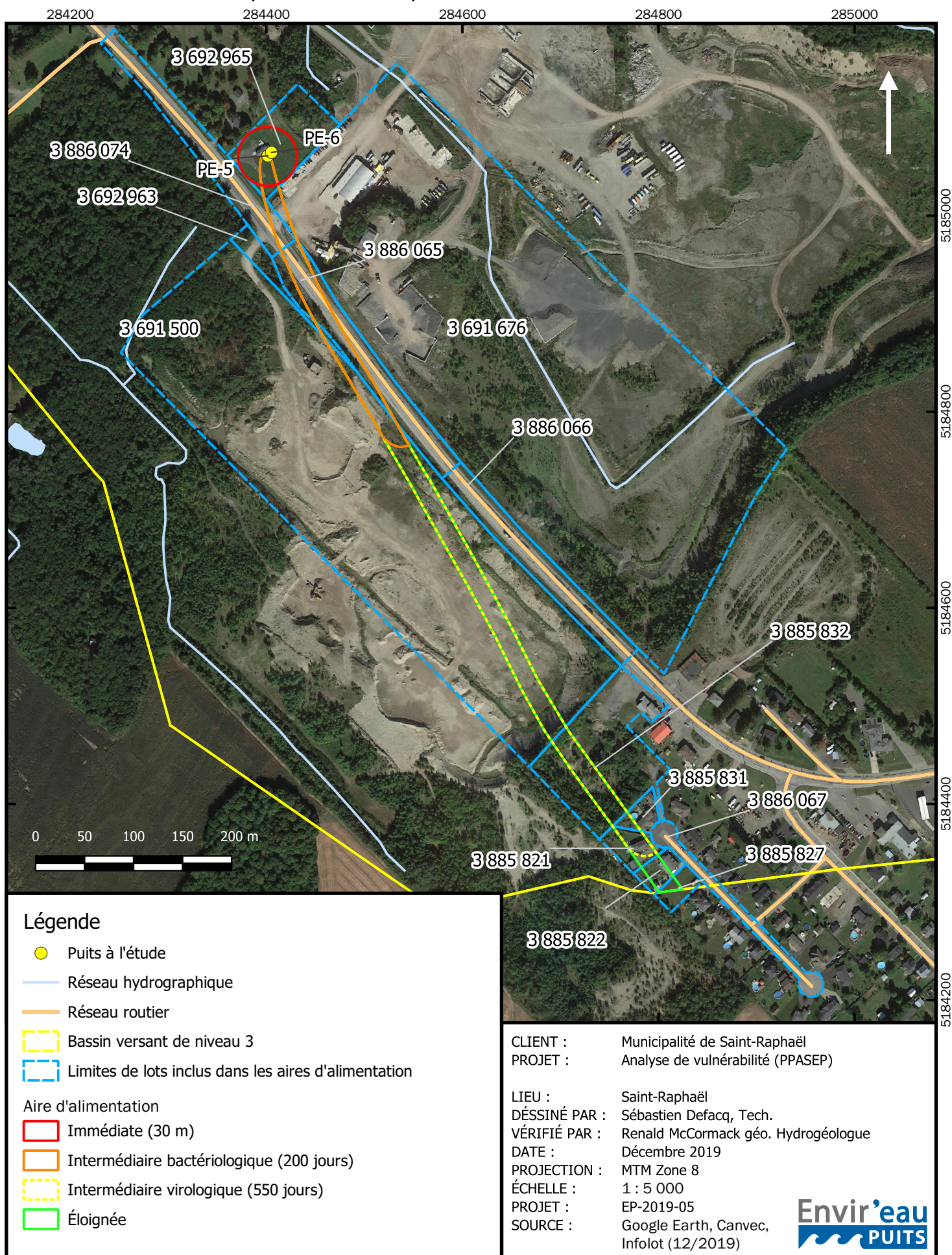
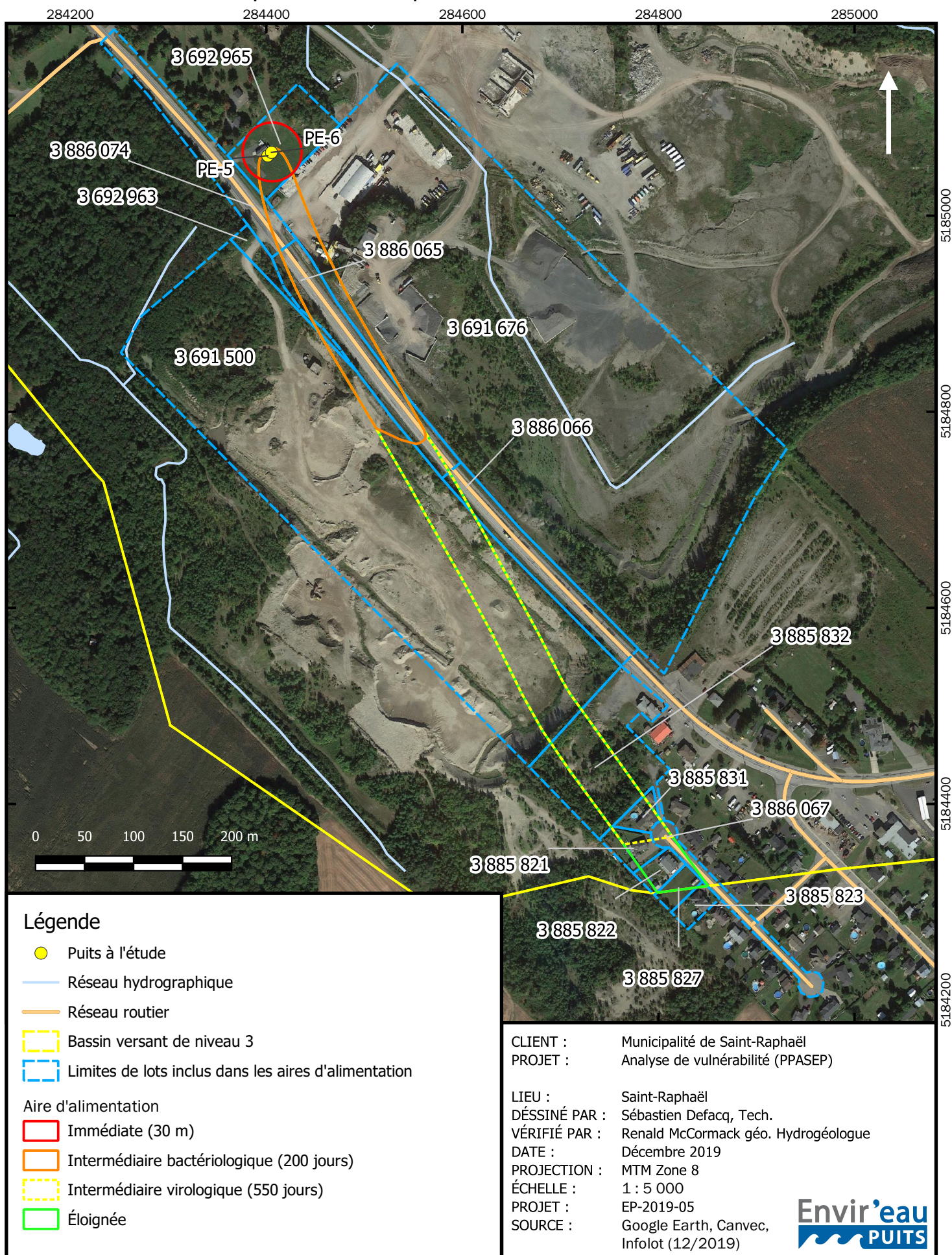


FIGURE 18 : Aires de protection du puits PE-6



2.2.7 Modélisation des aires de protection des puits P-1 à P-6

Afin de déterminer l'écoulement des eaux souterraines, un modèle numérique a été élaboré avec le logiciel ModelMuse 4.0 qui utilise le code de MODFLOW 6. Ce logiciel permet de modéliser le milieu géologique du secteur à l'étude et de simuler l'écoulement des eaux souterraines ainsi que l'impact des puits à l'étude afin d'en déterminer les aires d'alimentation à l'aide d'un suivi des particules.

La méthodologie utilisée consiste à concevoir un modèle numérique de la zone à partir des données disponibles et de calibrer le modèle en faisant varier les paramètres hydrauliques tel que la recharge annuelle, la conductivité hydraulique et la géométrie du secteur à l'étude afin d'obtenir une piézométrie à l'état statique dans un régime permanent du modèle qui permet d'être comparé avec l'élévation des niveaux d'eau observés sur le terrain et ajustée en conséquence afin d'obtenir un modèle le plus représentatif possible. Par la suite, une analyse de sensibilité du modèle est réalisée afin d'en confirmer le comportement et de valider les résultats. Le modèle ainsi obtenu permet alors de simuler le comportement des eaux souterraines pendant le pompage des puits en régime transitoire et d'effectuer un suivi de particules pour déterminer les aires de protection. Le tableau suivant indique la provenance des données qui ont été utilisées.

	Source
Topographie de la surface	- Données Lidar (fournies par le département de géomatique de la MRC de Bellechasse)
Topographie du roc	- Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines – Chaudière-Appalaches, Données matricielles, format ouvert.
Géologie	- Carte des dépôts meubles (DV 84-10, 21L15) - Carte du socle rocheux (SIGEOM, Services WMS – Géologie régionale). - Coupes stratigraphiques des Puits PE-1 à PE-6 (document opération usine_2014) - Coupes stratigraphiques des forages STR-12 à STR-15 (Mission HGE) - Coupes stratigraphiques des forages F09-X (RDR Consultants) - Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH)
Réseau hydrographique	- Données topographiques du Canada – CanVec - Limites de bassin versant, Centre d'expertise hydrique du Québec
Hydrogéologie	- Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines – Chaudière-Appalaches, Données matricielles, format ouvert. - Système d'information hydrogéologique du MELCC (SIH) - Suivi piézométrique des puits de production 2014-2019 (Akifer) - Propriétés hydrauliques - Aqtesolv (Glenn M. Duffield, President, HydroSOLVE, Inc.)

Tableau 2 : Provenance des informations utilisées

2.2.7.1 Conception du modèle numérique

La zone à l'étude est représentée par un rectangle d'environ 5,4 x 4,2 km. Le modèle est découpé en cellules carrées de 50 mètres de côté et cette grille est raffinée à l'approche de cours d'eau et des puits pour atteindre des cellules de 1,6 mètres de côté pour un total de 53277 cellules ; quant à la géologie, elle est représentée par 3 couches différentes.

2.2.7.2 Conditions limites

Les limites du modèle ne représentant pas les limites du bassin versant, une condition limite de charge constante est appliquée à l'ensemble du périmètre de la zone à l'étude avec une charge hydraulique à 2 mètres sous de la surface du sol.

La gestion des eaux de surface est réalisée à l'aide de deux types de conditions limites. D'une part, la rivière du Sud est représentée par une condition de « Rivière », ce qui permet un échange de charge hydraulique entre la rivière et l'aquifère et d'autre part, les cours d'eau secondaires sont représentés par une condition limite de « Drain » qui permet d'extraire l'eau de surface du modèle.

2.2.7.3 Propriétés hydrogéologiques

Cinq types de dépôts meubles en surface sont représenté dans la zone à l'étude, avec une couche de matériel plus imperméable intercalée entre ces derniers et le socle rocheux, chaque type de dépôts est représenté par une conductivité hydraulique différente selon la répartition suivante :

	Conductivité (m/jour)	Source
Msa	8	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Mde	8.5	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Mde – Secteur sablière	20	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Tin	5	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Fcg	7	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Couche imperméable	0.005	Interprétation des données de pompage et calibration du modèle
Socle rocheux	9 ^e -6	Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines – Chaudière-Appalaches

Tableau 3 : Répartition de la conductivité hydraulique par unité géologique retenue

Afin de représenter l'hétérogénéité verticale des dépôts, la conductivité hydraulique verticale du modèle représente 10% de la conductivité horizontale.

2.2.7.4 Recharge

Le PACES Chaudière-Appalaches présente une recharge au roc pour la zone à l'étude variant de 0 à 275 mm/an et une évapotranspiration moyenne de 543 mm/an. Afin de mieux représenter la zone à l'étude ainsi que les milieux humides présents, la recharge est appliquée à la surface du modèle numérique et varie en fonction du type de dépôts de surface. Elle ne tient pas compte de l'évapotranspiration qui est intégrée et calculée directement dans le modèle avec la valeur moyenne présente dans le PACES sur l'ensemble de la zone. Le tableau suivant présente la répartition de la recharge finale tenant compte de l'évapotranspiration :

	Recharge (mm/an)
Msa	255
Mde	274
Tin	183
Fcg	274

Tableau 4 : Répartition de la recharge par unité de dépôts meubles

2.2.7.5 Calibration du modèle numérique

La calibration du modèle est effectuée en comparant l'élévation des niveaux d'eau calculés en état statique par rapport aux niveaux d'eau mesurés. Les points d'observation choisis correspondent aux puits PE-1 à PE-6 puisqu'ils représentent une bonne répartition dans la zone à l'étude. Le tableau suivant montre ces résultats et la figure suivante montre la corrélation entre les niveaux.

Puits	Mesuré (m)	Modélisé (m)	Résiduel (m)
PE-1	133.2	133.61	0.41
PE-2	133.3	133.30	0.00
PE-3	132.6	133.86	0.26
PE-4	143.7	143.19	-0.51
PE-5	99.2	101.46	2.26
PE-6	99.1	101.38	2.28

Tableau 5 : Élévation de la nappe (résultats mesurés vs modélisés)

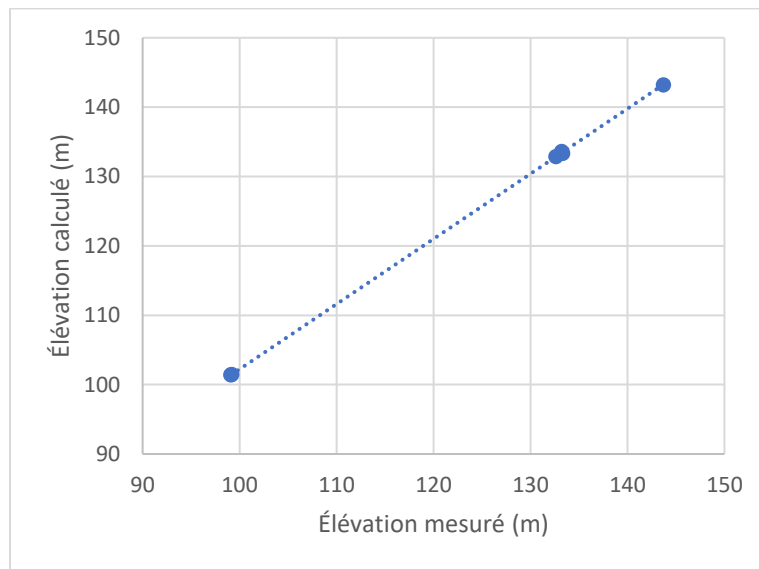


Figure 19 : Corrélation de l'élévation des niveaux d'eau

Avec ces résultats il est possible de calculer le pourcentage d'erreur RMS normalisé, qui doit être inférieur à 10%. Dans le cas présent, la calibration du modèle montre un RMS normalisé de 3.0 % ce qui indique une calibration adéquate du modèle.

2.2.7.6 Analyse de la sensibilité

L'analyse de la sensibilité est réalisée selon la norme ASTM D5611-94. La conductivité hydraulique ainsi que la recharge sont modifiées un paramètre à la fois suivant un facteur de 50 à 150% de la valeur calibrée. Les résultats obtenus montrent l'évolution de l'erreur RMS normalisée ainsi que les erreurs résiduelles des niveaux d'eau en mètres pour les différentes valeurs, ce qui permet de confirmer les valeurs de conductivité hydraulique et de recharge utilisées lors de la calibration. Les deux figures suivantes montrent les résultats de l'analyse de sensibilité.

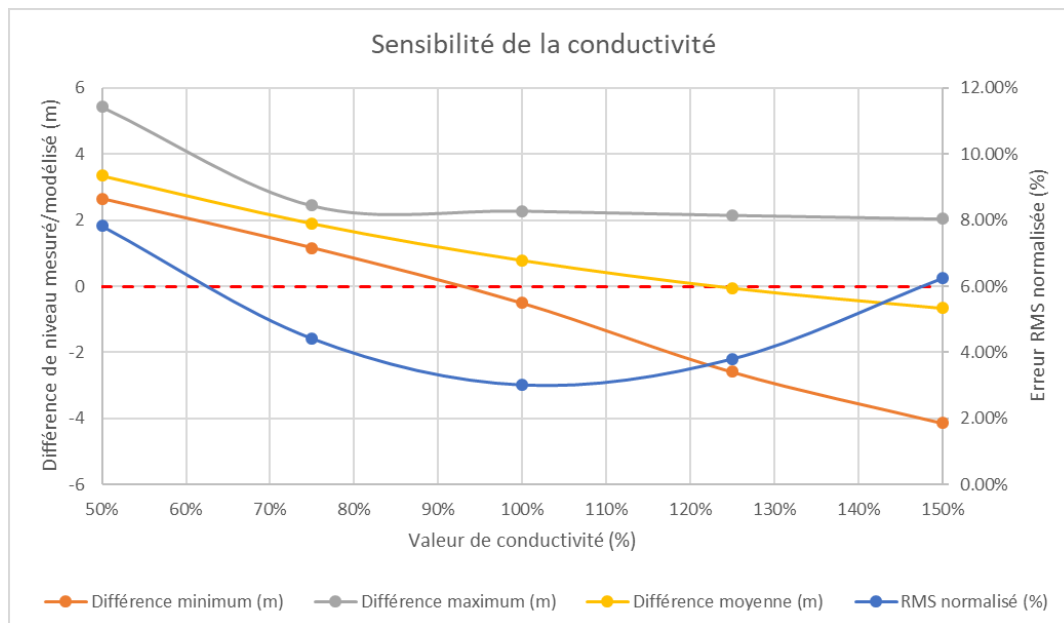


Figure 20 : Analyse de sensibilité - Conductivité

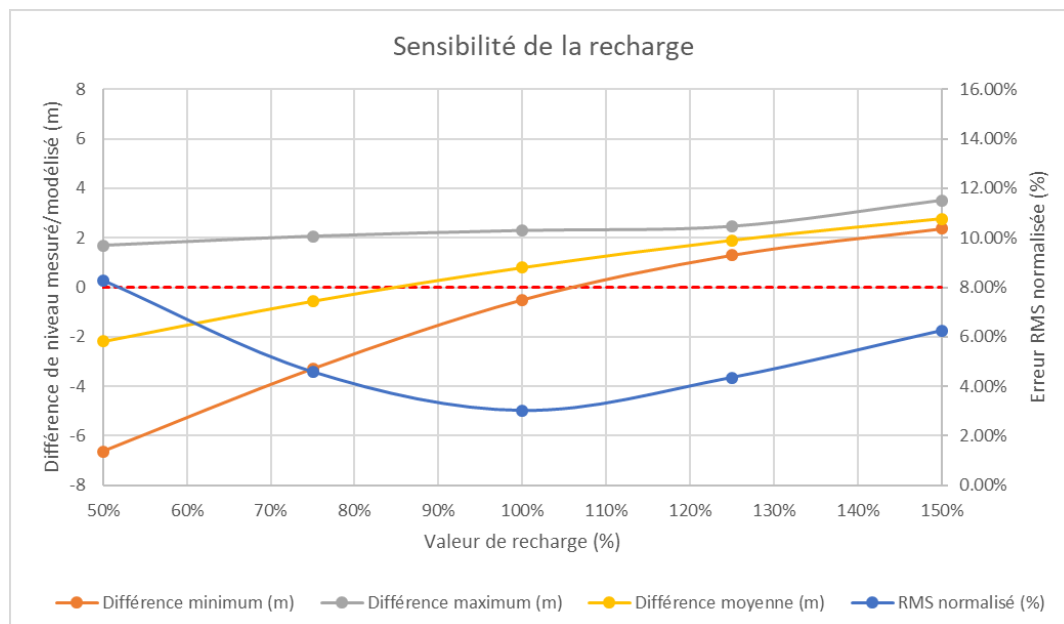


Figure 21 : Analyse de sensibilité - Recharge

D'après les résultats obtenus, les changements sur la calibration autant sur la conductivité hydraulique que sur la recharge montrent un impact significatif sur les résultats observés, d'autre part, les variations de calibration entraînent un changement du comportement de l'écoulement des eaux souterraines ce qui a un impact important sur les aires de protection et donc sur les conclusions de l'étude. D'après la norme ASTM D5611-94, le présent modèle

à une sensibilité de type 3, et malgré le fait que les résultats du modèle numérique changent par rapport à la calibration, les résultats erronés sont éliminés par le processus de calibration. Les résultats obtenus sont donc considérés comme réalistes.

2.2.7.7 Aires de protection

À la suite des résultats de l'analyse de sensibilité qui viennent confirmer la calibration du modèle, un suivi de particule sur 200 et 550 jours a été effectué individuellement sur chacun des puits en prenant en considération leur impact réciproque pour déterminer les aires de protection bactériologique et virologique. Les aires de protection éloignées sont déterminées avec un suivi de particules sur une longue durée (> 2000 jours) et sont délimitées par les bassins versants présents dans la zone étudiée. Quant aux aires de protection immédiate, un rayon fixe de 30 mètres est utilisé. La figure suivante présente les aires de protection des puits P-1 à P-6.

Les fichiers Shapefile pour chacun de points de prélèvement sont disponibles à l'adresse suivante :

https://www.dropbox.com/sh/g8mfxow7q9xo4sn/AChLm_TcF8pKR2okY8cYk-La?dl=0

Mot de passe : EP-2019-05



Figure 22 : Représentation numérique des aires d'alimentation des 6 puits

Les zones en bleu correspondent à des secteurs suggérés pour la mise en place de piézomètres au cours des prochaines années afin d'avoir plus de précisions dans la calibration de ce modèle sur une zone plus étendue.

2.3 Niveaux de vulnérabilité des aires de protection

Tous les travaux qui ont été réalisés depuis 1993 et qui ont conduit à la mise en production des six points de prélèvement d'eau souterraine actuels ont révélé des indices DRASTIC qui ont varié entre 140 et 177. En vertu de l'article 53 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection, ces valeurs correspondent à une catégorie de vulnérabilité qualifiée de « moyen ».

Tous ces ouvrages de captage sont aménagés dans une unité d'âge Quaternaire de forme deltaïque et composée de dépôts granulaires plus ou moins grossiers qui font l'objet d'exploitation à proximité de ces puits. Il y a donc cohabitation d'activités de sablière/gravière et de prélèvement d'eau souterraine dans cette même formation géologique de dépôts granulaires.

Le tableau A4-1 de l'annexe 3 présente le niveau de vulnérabilité pour l'ensemble des aires de protection alors que la figure suivante montre la répartition de la vulnérabilité estimée dans les aires de protection s'étendant entre 2 et 11 km des nouveaux puits municipaux.

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

Tel que l'indiquent les figures précédentes, les aires d'alimentation constituent d'étroites bandes s'étirant sur de grandes distances sur le territoire et comme il existe deux séries de puits regroupant 3 puits (PE-1, PE-2 et PE-3) et 2 puits (PE-5 et PE-6), les territoires recoupés sont essentiellement les mêmes dans chacun de ces cas.

Dans le premier cas, les secteurs recoupés sont déboisés sur la très grande majorité de la zone étudiée et qu'elles traversent une zone d'exploitation de sable/gravier. Les champs en culture occupent cependant de très faibles portions de ces aires et sont localisées au nord du Rang Sainte-Catherine (aire de protection intermédiaire bactériologique) et à l'extrémité sud de l'aire de protection intermédiaire virologique. L'utilisation d'engrais, de pesticides et l'épandage de déjections animales pour ces cultures sont des activités qui peuvent théoriquement affecter la qualité de l'eau captée aux points de prélèvement municipaux. Par ailleurs, ces aires de protection n'englobent aucun système de traitement d'eaux usées domestiques. L'épandage de sels de voirie le long du Rang Sainte-Catherine situé à 150 m en amont de ces puits est également susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine.

Dans le deuxième cas, les secteurs recoupés sont déboisés sur la totalité de la zone étudiée et elles traversent une zone d'exploitation de sable/gravier. Aucun champ en culture n'est recoupé par ces aires d'alimentation et ces dernières n'englobent aucun système de traitement d'eaux usées domestiques. Par ailleurs, l'extrémité sud de ces dernières englobe des résidences privées utilisant des produits domestiques divers. L'épandage de sels de voirie le long du Boulevard Saint-Pierre sur un tronçon d'environ 350 m en amont de ces puits est également susceptible d'altérer la qualité de l'eau souterraine.

Dans le cas de PE-4, ces aires de protection sont presque entièrement situées en secteur boisé alors que seule l'extrémité sud empiète très légèrement sur une parcelle agricole. Un sentier forestier traverse ici et là ces aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique.

Une recherche dans le répertoire des terrains contaminés du MDDELCC¹ indique leur absence dans toutes ces aires d'alimentation. Il est important de mentionner que les résultats d'analyses d'eau lors des essais de pompage sur ces puits ont démontré une excellente qualité confirmant que l'aquifère n'est pas influencé par ces activités.

Le tableau A4-2 de l'annexe 3 compile l'inventaire des activités anthropiques dans ces aires d'alimentation.

¹ MDDELCC, Répertoire des terrains contaminés [En ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/sol/terrains/terrains-contamines/recherche.asp>, consulté le 01-12-2015

En tenant compte des critères d'évaluation des potentiels de risque associés aux activités anthropiques (tableau 14 du Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec), le potentiel de risque obtenu est qualifié de « très faible ».

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

La présence de sablière/gravière dans l'aire d'alimentation de tous ces puits, à l'exception de PE-4, indique la présence possible de produits chimiques majoritairement reliés aux hydrocarbures et un déversement accidentel de ces produits pourrait avoir une grande incidence sur la qualité de l'eau captée par les puits. Par ailleurs, seules les aires associées aux puits PE-1, PE-2 et PE-3 recoupent quelques parcelles agricoles sur de faibles superficies mais qui peuvent faire l'objet d'épandages d'engrais (chimique/organique) et de pesticides et particulièrement sur le lot 3 691 721.

Les aires d'alimentation sont également recoupées par le Rang Sainte-Catherine et le boulevard Saint-Pierre qui peuvent présenter des événements potentiels d'accident et de déversement de divers produits pouvant contaminer la formation aquifère captée par les puits. Des sels de voirie sont également épandus sur certaines portions du réseau routier recoupant ces aires d'alimentation.

Le tableau A4-3 de l'annexe 3 regroupe l'inventaire des événements potentiels dans ces aires d'alimentation.

En tenant compte des critères d'évaluation des potentiels de risque associés aux événements potentiels (tableau 15 du Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec), le potentiel de risque obtenu est qualifié d'élevé pour les contaminants d'origine microbiologique et de « très faible » pour les contaminants d'origine chimique à l'exception des corridors routiers où il est qualifié de « faible ».

5 Résultats de l'inventaire des affectations du territoire

Les grandes affectations du territoire nous ont été transmises par la MRC Bellechasse. Dans les cas des puits PE-1, PE-2, PE-3 et PE-4, les aires de protection traversent uniquement une affectation agro-forestière de type 1 alors que pour les puits PE-5 et PE-6, elles apparaissent en totalité à l'intérieur de l'affectation urbaine.

La section 1.2 du schéma d'aménagement révisé de la MRC mentionne que les usages permis sont :

Affectation agro-forestière

l'exploitation agricole et forestière;

les habitations isolées (très faible densité);

le tourisme et la récréation complémentaires à l'agriculture et à la forêt;

la récréation extensive;

les utilités publiques;

les commerces et services reliés à l'agriculture (réf : politique d'aménagement) l'industrie de première transformation de l'agriculture (réf : politique d'aménagement);

les usages particuliers (réf. : politiques d'aménagement);

les terrains de golf (réf. : politique d'aménagement)

Affectation urbaine (périmètre urbain)

résidentiel;

commercial;

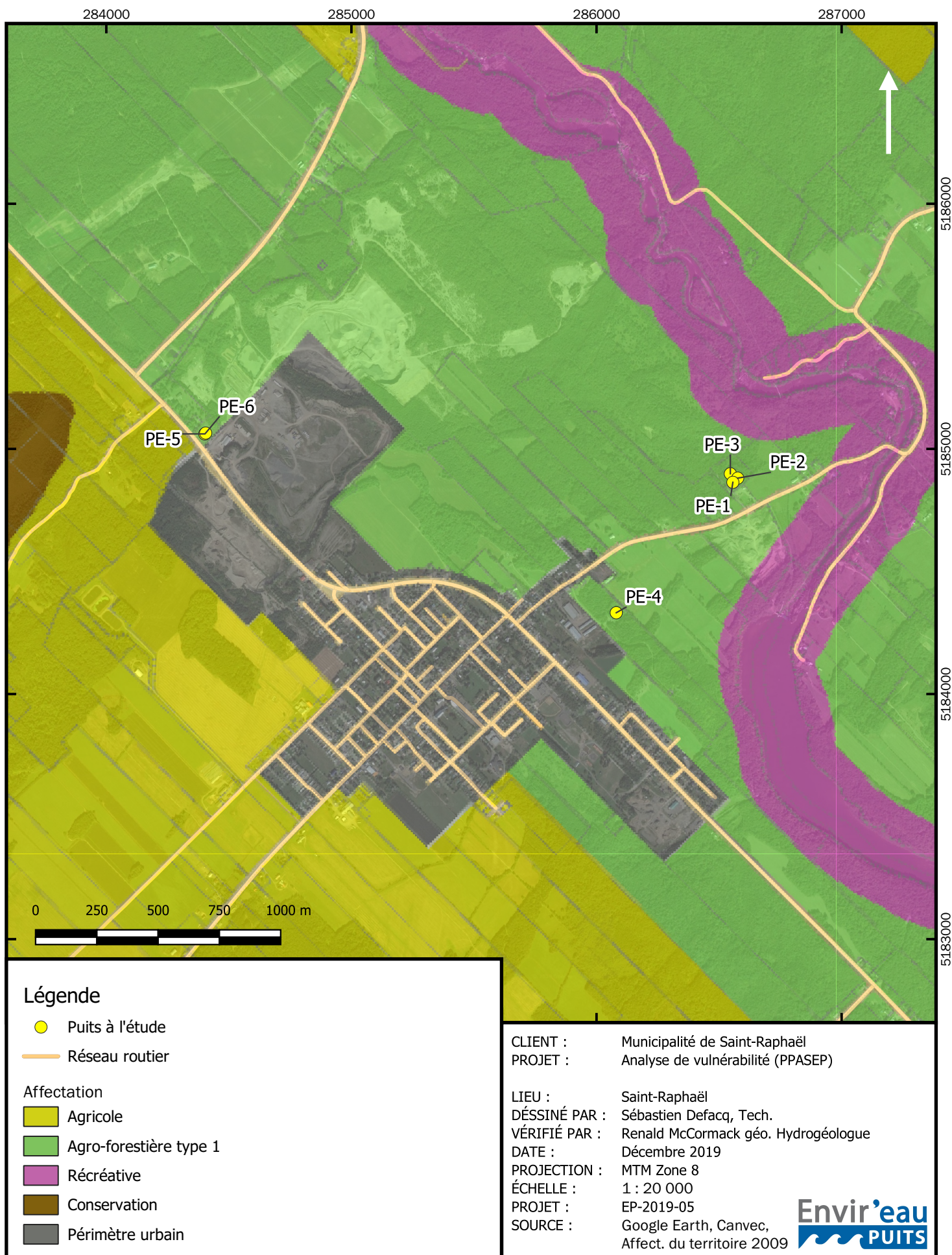
industriel;

public et institutionnel;

touristique, récréatif et villégiature.

La figure suivante présente la répartition des grandes affectations sur lesquelles ont été superposées les deux zones de puits tandis que le tableau A4-4 de l'annexe 3 regroupe l'inventaire de ces affectations que recoupent ces aires d'alimentation.

FIGURE 23 : Carte d'affectation du territoire



6 Identification des problèmes avérés

Bien que les analyses originales de tous ces puits lors de la réalisation des essais de pompage n'aient révélé aucune contamination pouvant provenir des activités en cours à cette époque, des épisodes de contamination microbiologique ont été rapportés périodiquement dans le réseau de distribution entre 2001 et 2010. Ainsi, la présence de *E. coli* a été détectée à 5 reprises en 2004 et en ce qui concerne les coliformes totaux, des valeurs supérieures à 10 UFC/100 ml ont été mesurées à chaque année entre 2001 et 2006 de même qu'à l'été 2010. Un avis d'ébullition permanent avait d'ailleurs été émis entre l'automne 2010 et juin 2011 alors qu'un système de désinfection à l'hypochlorite de sodium a été mis en place pour les deux secteurs de puits pour lever cet avis d'ébullition.

Présentement, comme aucun historique d'analyse de l'eau brute n'est disponible auprès de la municipalité, Il est impossible de voir s'il y a eu une hausse de la contamination microbiologique dans l'eau brute au fil du temps.

7 Conclusion et recommandations

L'obligation de procéder aux exigences de l'article 68 du Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection (Q-2, r.35.2) a été réalisée une première fois (obligation de procéder à tous les cinq ans) afin de préciser les activités anthropiques apparaissant dans l'aire d'alimentation des sources alimentant en eau potable le périmètre urbain de la municipalité de Saint-Raphaël et ce, selon le *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* du MELCC. Plus précisément, les items suivants ont été développés :

- 1) les caractéristiques des prélèvements d'eau ;
- 2) la modélisation numérique des aires d'alimentation ;
- 3) l'inventaire des activités anthropiques ;
- 4) l'inventaire des événements potentiels ;
- 5) l'inventaire des affectations du territoire ;
- 6) l'identification de problèmes avérés.

Ces travaux ont permis de fournir le portrait actuel de la situation en termes de sources potentielles de contamination.

Les affectations du territoire indiquent la présence de grandes étendues d'exploitation de sablière/gravière dans les portions amont des aires d'alimentation de 5 des 6 puits mais aucune évidence de contamination provenant de ces activités n'est apparue depuis la mise en service de ces puits. De plus, la largeur de ces aires d'alimentation est si faible que les chances de contamination à l'intérieur de ces périmètres sont également très faibles. Par contre, la contamination microbiologique qui a été observée entre 2004 et 2010 indique la grande sensibilité de ces puits aux installations de traitement domestiques d'eaux usées et à l'épandage d'engrais organique. Il est possible cependant que la réduction des dimensions de ces aires d'alimentation de même que la nouvelle trajectoire obtenue par modélisation contribuent à éliminer les sources de contamination qui auraient pu être à l'origine de ce type de contamination entre 2004 et 2010.

À partir de ces observations, les recommandations suivantes sont formulées :

- Procéder à l'analyse de l'eau brute à la fréquence d'une fois/mois pour les paramètres et les points de prélèvement suivants :
 - Puits P-1, P-2 et P-3 : *E. coli*, coliformes totaux, chlorures, hydrocarbures ;
 - Puits P-4 : *E. coli*, coliformes totaux, chlorures ;
 - Puits P-5 et P-6 : *E. coli*, coliformes totaux, chlorures.
- Procéder à l'implantation de piézomètres dans les secteurs précisés à la figure 22 ;

- S'assurer que les futurs rejets d'eaux usées résidentielles installés dans les aires d'alimentation soient conformes au Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées (Q-2, r.22) ;
- Minimiser l'utilisation de sels de voirie sur les tronçons de route recoupant les aires d'alimentation.

Rédigé par :



Renald McCormack, géo., hydrogéologue

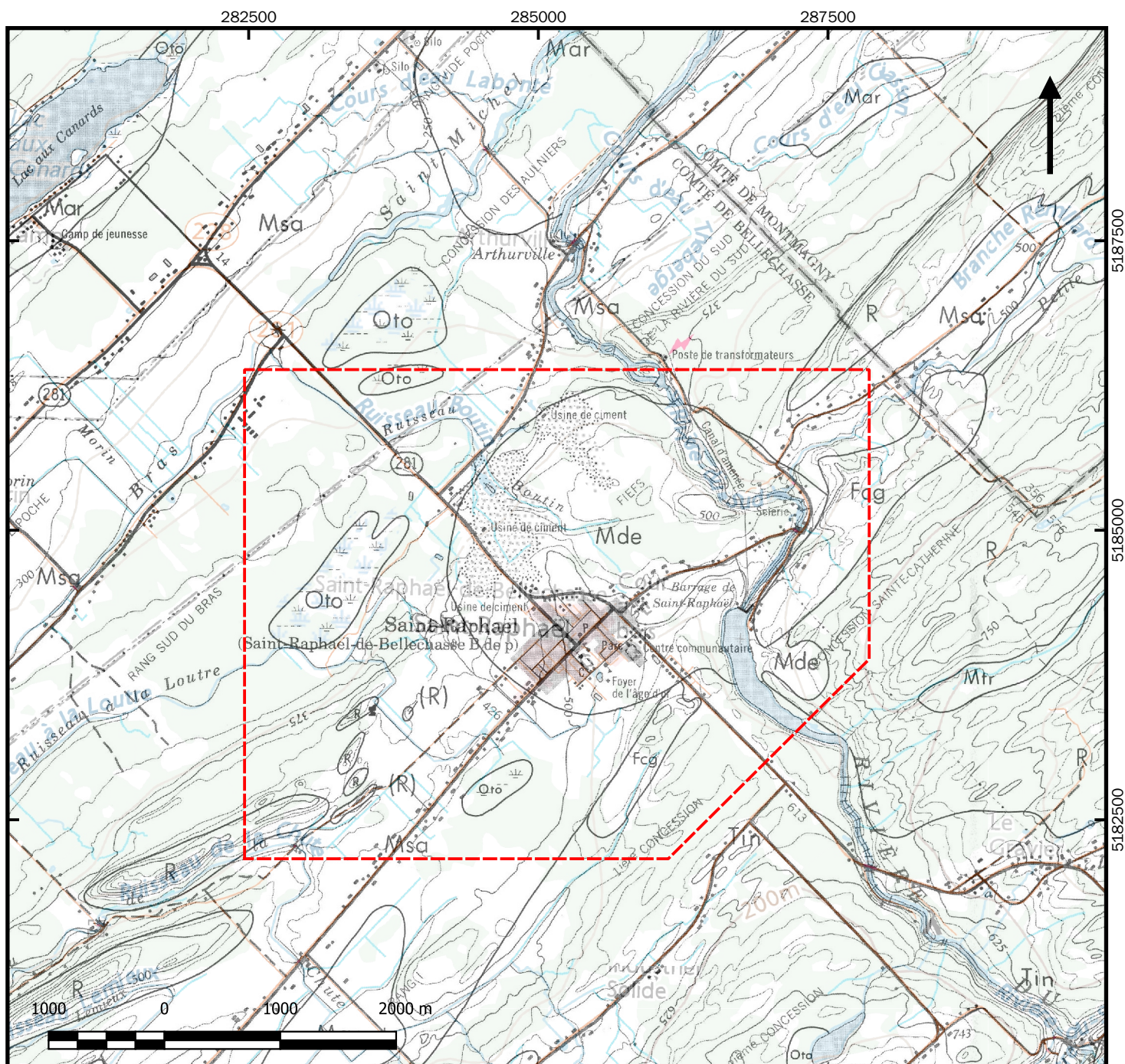


DÉCEMBRE 2019

Annexe 1

Géologie des dépôts meubles

Géologie des dépôts meubles



Légende

Zone à l'étude

- | | |
|-----------------------------------|---------------------|
| F - Sédiments fluvio-glaciaires | T - Tills |
| Fcg - Contact de glace | Tin - Indifférencié |
| M - Sédiments marins et littoraux | R - Roche de fond |
| Mar - Argile | |
| Msa - Sable | |
| Mtr - Till remanié | |
| Mde - Delta | |
| O - Sédiments organiques | |
| Oto - Tourbière | |

CLIENT : Municipalité de Saint-Raphaël
PROJET : Analyse de vulnérabilité (PPASEP)

LIEU : Saint-Raphaël
DÉSSINÉ PAR : Sébastien Defacq, Tech.
VÉRIFIÉ PAR : Renald McCormack géo. Hydrogéologue
DATE : Décembre 2019
PROJECTION : MTM Zone 8
ÉCHELLE : 1 : 50 000
PROJET : EP-2019-05
SOURCE : SIGEOM (21L15), Canvec (WMS)

Annexe 2

Compilation des données générées (tableau A4-1 à A4-5)

Tableau A4-2 : Résultats de l'inventaire des activités anthropiques et de l'évaluation des menaces qu'elles représentent (Puits P-1 à P-6)

#	Matricule	Nom de l'activité anthropique	Description de l'activité anthropique	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité
1	lot 3 692 933	Puits Municipal P-1	Puits municipal P-1	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
2	lot 3 693 932	Cour arrière d'un immeuble à logements	Site de stockage de produits divers	THIBAUT PAUL-ANDRE	75 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
3	lot 3 691 657	Chemin d'accès	Chemin conduisant à une carrière	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0
4	lot 3 691 660	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	ARBOUR SIMONE	426, BOULEVARD SAINT-PIERRE SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
5	lot 3 691 723	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
6	lot 3 691 722	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
7	lot 3 691 721	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	RINGUETTE RAYMONDE	56 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
8	lot 3 692 933	Puits Municipal P-2	Puits municipal P-2	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
9	lot 3 693 932	Cour arrière d'un immeuble à logements	Site de stockage de produits divers	THIBAUT PAUL-ANDRE	75 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
10	lot 3 691 657	Chemin d'accès	Chemin conduisant à une carrière	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0
11	lot 3 691 660	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	ARBOUR SIMONE	426, BOULEVARD SAINT-PIERRE SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
12	lot 3 691 723	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
13	lot 3 691 722	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
14	lot 3 691 721	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	RINGUETTE RAYMONDE	56 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
15	lot 3 692 933	Puits Municipal P-3	Puits municipal P-3	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
16	lot 3 693 932	Cour arrière d'un immeuble à logements	Site de stockage de produits divers	THIBAUT PAUL-ANDRE	75 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
17	lot 3 691 657	Chemin d'accès	Chemin conduisant à une carrière	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0
18	lot 3 691 660	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	ARBOUR SIMONE	426, BOULEVARD SAINT-PIERRE SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
19	lot 3 691 723	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
20	lot 3 691 722	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
21	lot 3 691 721	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	RINGUETTE RAYMONDE	56 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
22	lot 3 886 169	Rang Sainte-Catherine	Corridor routier		
23	lot 5 593 194	Puits Municipal P-4	Puits municipal P-4	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
24	lot 6 193 218	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	LESSARD MANYSE	116 RUE DUCHAINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
25	lot 3 692 965	Puits Municipal P-5	Puits municipal P-5	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
26	lot 3 691 676	Site d'extraction	Sablière / gravière	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0
27	lot 3 691 500	Site d'extraction	Sablière / gravière	TRANSPORT MULTIVRAC 1998 INC.	640 RTE DU PRÉSIDENT-KENNEDY BUR. 100 LÉVIS QD, G6C1K1
28	lot 3 885 832	Cour arrière d'un immeuble à bureaux		Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
29	lot 3 885 831	Terrain résidentiel	Produits domestiques	GONTHIER DENIS	15 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
30	lot 3 885 821	Terrain résidentiel	Produits domestiques	LACROIX PIERRE	17 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
31	lot 3 885 822	Terrain résidentiel	Produits domestiques	ROY SÉBASTIEN	19-A PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
32	lot 3 692 965	Puits Municipal P-6	Puits municipal P-6	Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
33	lot 3 691 676	Site d'extraction	Sablière / gravière	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0
34	lot 3 691 500	Site d'extraction	Sablière / gravière	TRANSPORT MULTIVRAC 1998 INC.	640 RTE DU PRÉSIDENT-KENNEDY BUR. 100 LÉVIS QD, G6C1K1
35	lot 3 885 832	Cour arrière d'un immeuble à bureaux		Municipalité Saint-Raphaël	19, AVENUE CHANOINE AUDET SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0
36	lot 3 885 831	Résidence privée	Produits domestiques	GONTHIER DENIS	15 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
37	lot 3 885 821	Résidence privée	Produits domestiques	LACROIX PIERRE	17 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
38	lot 3 885 822	Résidence privée	Produits domestiques	ROY SÉBASTIEN	19-A PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0
39	lot 3 885 827	Résidence privée	Produits domestiques	SERVICES JURISCOMPTA INC.LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0
40	lot 3 886 074	Boulevard Saint-Pierre	Corridor routier		

[illegible]

Tableau A4-3 : 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	Nom de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Coordonnées de la compagnie ou du propriétaire responsable de l'activité	Code CUBF de l'activité anthropique
1	Déversement d'hydrocarbures	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	SERVICES JURISCOMPTA INC. LES	172 RUE PRINCIPALE SAINT-GERVAIS (QUEBEC), G0R3C0	8583
2	Déversement d'hydrocarbures	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	CIMENT QUÉBEC INC.	145, BOULEVARD DU CENTENAIRE SAINT-BASILE (QUÉBEC), G0A3G0	8600
3	Déversement d'hydrocarbures	Sablière, gravière	Extraction de sable et gravier	TRANSPORT MULTIVRAC 1998 INC.	640 RTE DU PRÉSIDENT-KENNEDY BUR. 100 LÉVIS QD, G6C1K1	8600
4	Épandage engrais / pesticides	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	ARBOUR SIMONE	426, BOULEVARD SAINT-PIERRE SAINT-RAPHAEL QC, G0R4C0	8199
5	Épandage engrais / pesticides	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	RINGUETTE RAYMONDE	56 RANG SAINTE-CATHERINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0	8199
6	Épandage engrais / pesticides	Parcelle agricole	Épandage d'engrais chimique / organique	LESSARD MANYSE	116 RUE DUCHAINE SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0	8199
7	Déversement de produits domestiques	Résidence privée	Utilisation de produits domestiques de toutes sortes (solvants, peinture, produits pharmaceutiques, etc...)	GONTHIER DENIS	15 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0	1000
8	Déversement de produits domestiques	Résidence privée	Utilisation de produits domestiques de toutes sortes (solvants, peinture, produits pharmaceutiques, etc...)	LACROIX PIERRE	17 PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0	1000
9	Déversement de produits domestiques	Résidence privée	Utilisation de produits domestiques de toutes sortes (solvants, peinture, produits pharmaceutiques, etc...)	ROY SÉBASTIEN	19-A PLACE GRENIER SAINT-RAPHAËL (QUÉBEC), G0R4C0	1000
10	Déversement de produits industriels	Corridor routier (Boulevard Saint-Pierre et Rang Sainte-Catherine)	Circulation d'automobiles, de camions et de machinerie agricole			4590

#	Nom du CUBF	Aire de protection dans laquelle l'activité	Contaminant ou groupe de contaminants considéré	Gravité de base	Gravité ajustée	Description de l'ajustement	Probabilité	Potentiel de risque obtenu	Potentiel de risque retenu
1	Extraction du sable et du gravier	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Chimique	Sérieuse	Mineure	Diminution d'un niveau	Possible	Très faible	X
2	Industrie du béton préparé	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chimique	Sérieuse	Sérieuse	Aucune augmentation	Peu probable	Très faible	X
3	Industrie du béton préparé	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chimique	Sérieuse	Sérieuse	Aucune augmentation	Peu probable	Très faible	X
4	Autres activités agricoles	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microbiologique	Grave	Grave	Aucune augmentation	Presque certain	Élevé	X
5	Autres activités agricoles	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microbiologique	Grave	Grave	Aucune augmentation	Presque certain	Élevé	X
6	Autres activités agricoles	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Microbiologique	Grave	Grave	Aucune augmentation	Presque certain	Élevé	X
7	Logements	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chimique	Mineure	Mineure	Aucune augmentation	Peu probable	Très faible	X
8	Logements	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chimique	Mineure	Mineure	Aucune augmentation	Peu probable	Très faible	X
9	Logements	Aire de protection éloignée (portion au-delà des aires de protection intermédiaires)	Chimique	Mineure	Mineure	Aucune augmentation	Peu probable	Très faible	X
10	Routes et voies publiques	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Chimique	Sérieuse	Sérieuse	Aucune augmentation	Possible	Faible	X

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

Identification du problème avéré	Description du problème avéré	Description des données ayant servi à définir le problème avéré	Indication des causes	Type de cause	Description de la cause	Aire ou combinaison d'aires de protection où est située la cause	Présence dans l'inventaire des activités anthropiques
Déversement d'hydrocarbures	Déversement lié à l'exploitation des sablières/gravières	Aucun cas de déversement relié à ces activités n'a été rapporté depuis la mise en opération de tous ces puits	Déversement	Anthropique	Sablière/gravière	Aires de protection intermédiaire et éloignée (à l'exclusion de l'aire de protection immédiate)	Oui
Déversement d'hydrocarbures	Déversement lié à la présence des corridors routiers	Aucun cas de déversement relié à ces activités n'a été rapporté depuis la mise en opération de tous ces puits	Déversement, épandage de sels de déglacage	Anthropique	Corridor routier	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Oui
	Épandage de produits agricoles (engrais, pesticides)	Épisodes de contamination microbiologique entre 2004 et 2010	Épandage	Anthropique	Parcelle agricole	Aire de protection intermédiaire (portion au-delà de l'aire de protection immédiate)	Oui
	Fuite de produits domestiques	Aucun cas de déversement relié à ces activités n'a été rapporté depuis la mise en opération de tous ces puits	Déversement	Anthropique	Résidences privées	Aire de protection éloignée (portion au-delà de l'aire de protection intermédiaire)	Oui