

2.0 RENSEIGNEMENTS À CARACTÈRE PUBLIC

2.1 Description du lieu de prélèvement et des installations de production:

2.1.1 Description du lieu de prélèvement

2.1.1.1 Type d'usage

Depuis le milieu des années 60, les résidents de la municipalité de la Paroisse de La Doré sont alimentés en eau potable à partir d'une nappe d'eau souterraine. Les ouvrages de captage connus sous le nom de « P-1 » et « P-2 » correspondent au numéro d'installation de production « X0009882 » attribué par le MELCC en regard de son système de classification « SAGO ». Ce lieu de prélèvement de catégorie « 1 » est utilisé en permanence comme source d'approvisionnement destinée à desservir environ 1410 personnes.

2.1.1.2 Localisation

En référence aux figures 1 et 2 de l'annexe 2, les ouvrages de production sont localisés en zone verte à environ 1700 m au sud-ouest du centre de masse de La Doré. Les puits se retrouvent à l'intérieur des limites territoriales de cette municipalité faisant partie de la MRC Le-Domaine-du-Roy. Les ouvrages de captage ont été forés et aménagés sur une partie du lot 4b du rang VII du cadastre du Canton de Dufferin (lot rénové no.4594410). La première recherche en eau souterraine a mené à la construction du puits P-1 en 1965, alors que la seconde recherche a permis de construire l'ouvrage P-2 en 1994.

La municipalité est propriétaire du lot no.4594410 qui occupe une superficie totale de 4753,3 m² (figure 2; annexe 2). De forme irrégulière, le terrain municipal borde la rive nord de la rivière aux Saumons sur une longueur de 113,85 m. Les coordonnées géographiques de chaque puits de captage constituant le lieu de prélèvement d'eau souterraine sont inscrites dans le tableau 1 ci-après ainsi que sur les fiches descriptives insérées à l'annexe 3.

Tableau 1. Coordonnées géographiques des puits de captage d'eau souterraine

Puits de captage	Numéro du lieu de prélèvement (SAGO)	Coordonnées (Degrés décimaux NAD83)	
		Latitude	Longitude
P-1	X0009882	48,6881043501	-72,6621693423
P-2		48,6971776198	-726620051897

2.1.1.3 Caractéristiques et propriétés du puits P-1

Le puits de captage P-1 est décrit sur la base des informations techniques présentées sur le schéma original produit par la Compagnie Internationale des Eaux inc. (ci-après « CIE ») en 1965 ainsi qu'à partir des images prises avec la géocaméra submersible et des mesures relevées sur le terrain par le soussigné.

Tel qu'illustré sur la planche 1 de l'annexe 4, l'ouvrage P-1 est confiné à l'intérieur de la portion sud-ouest d'un bâtiment qui occupe une superficie de 10,3 m² (3,38 x 3,05 m) au sein de la propriété municipale. Les murs sont constitués de blocs de béton unis les uns aux autres avec du mortier. La portion arrière du mur qui est lézardée ne semble pas être responsable de l'intrusion d'eau ni de vermines dans le bâtiment. Une trappe située sur le toit goudronné permet d'accéder au puits avec de la machinerie pour retirer la pompe submersible ou effectuer divers travaux d'entretien. L'inspection visuelle permet de constater que le plancher du bâtiment et le piédestal en béton qui ceinture l'ouvrage P-1 ne sont pas traversés par des fissures apparentes. L'intérieur du bâtiment est relativement propre et il n'y a aucune problématique apparente liée à l'intrusion de vermines dans la bâisse. La surface du sol environnant est légèrement surélevée de manière à diriger les eaux de ruissellement vers l'extérieur du bâtiment.

En référence à la planche 2 de l'annexe 4, une plaque d'acier de 14 mm d'épaisseur qui recouvre le piédestal a pour fonction de soutenir la colonne de pompage et de limiter l'intrusion de matières indésirables dans l'ouvrage de captage. L'eau qui s'égoutte occasionnellement des diverses composantes se dirige vers un drain de plancher placé sous la canalisation aérienne visible dans le bâtiment. La faible quantité d'eau ainsi récupérée est canalisée vers la rivière aux Saumons via un tuyau en métal enfoui dans le sol.

En référence aux caractéristiques techniques présentées dans le tableau 2 ci-après ainsi que sur la fiche descriptive insérée à l'annexe 3, le puits P-1 est un ouvrage monotubé de type filtrant muni d'une enveloppe de gravier-filtre qui possède un diamètre de 305 mm et une profondeur de 19,01 m par rapport à la surface actuelle du sol. Ce puits a été foré et construit par CIE en 1965 suite à la réalisation d'une recherche en eau souterraine sur le territoire municipal. L'ouvrage de production extrait de l'eau souterraine d'une formation aquifère granulaire composée de sable et gravier d'origine fluvioglaciaire qui est confinée sous un dépôt peu perméable d'argile silteuse. La nappe de type « captif » se retrouve à une profondeur de l'ordre de 2,5 m sous une condition statique. Le remblai granulaire qui ceinture le bâtiment a notamment pour fonction de limiter la convergence et l'accumulation des eaux de ruissellement autour de cette infrastructure. De plus, la nature silto/argileuse du dépôt sus-jacent à la formation aquifère granulaire limite l'infiltration de l'eau de surface vers la nappe d'eau souterraine dans l'entourage immédiat du puits P-1.

Le puits de production P-1 a été construit en enfonçant par percussion un tubage en acier caractérisé par un diamètre inconnu jusqu'à une profondeur de 19,81 m à l'aide d'une foreuse à câbles. Les sédiments ont été retirés au moyen d'une pompe à sable pour permettre l'avancement du forage et déterminer la séquence stratigraphique des dépôts meubles, telle que décrite ci-après:

0,00 - 2,44 m:	sable fin à moyen brun-grisâtre, un peu de silt, traces de gravier
2,44 - 5,49 m:	argile silteuse grise
5,49 - 14,54 m:	sable fin à grossier gris-brunâtre, traces de gravier et silt
15,54 - 19,81 m:	sable fin à grossier et gravier gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt

Tableau 2. Caractéristiques et propriétés du puits P-1

Éléments	Caractéristiques et propriétés
Année de construction	1965
Type de nappe aquifère	Nappe captive
Media de l'aquifère	Sable et gravier
Type de puits filtrant	Monotubé avec enveloppe de gravier-filtre
Diamètre du tubage externe en acier	Inconnu
Diamètre extérieur du tubage interne en acier	323,9 mm
Diamètre extérieur de la crépine « louvered screen - Pipe-size » en acier inoxydable	325,1 mm
Longueur de la crépine: 4 sections soudées de 1,52 m chacune	6,10 m
Ouvertures de la crépine	Inconnues
Profondeur de la crépine	12,91 à 19,01 m
Rendement optimal et sécuritaire de la crépine pour une vitesse d'entrée égale ou inférieure à 3 cm/s	Inconnu
Profondeur du niveau statique de l'eau souterraine par rapport au sol le 6 juillet 2020	2,477 m
Capacité spécifique originale en 1965	Inconnue
Débit maximal d'exploitation du puits recommandé	Inconnu
Débit maximal pouvant être soutiré du puits en 2021	185 m ³ /d (34 GUSPM)

Après avoir traversé toute l'épaisseur des dépôts meubles, une assise a été formée en coulant du béton de ciment sur une hauteur d'environ 800 mm à la base du forage. Par la suite, un ensemble constitué d'une crépine « pipe size » en acier inoxydable soudée à un tubage en acier a été introduit à l'intérieur du forage, et ce, de manière à asseoir la crépine directement sur l'assise en béton qui sert également de bouchon à l'extrémité de la crépine. Le tubage en acier qui possède un diamètre extérieur de 323,9 m et une longueur de 13,54 m s'élève sur une hauteur de 300 mm au-dessus de la surface actuelle du sol. En référence à la planche 2 de l'annexe 4, la margelle du tubage en acier est ceinturée d'un piédestal en béton qui se hisse sur une hauteur de 340 mm au-dessus du plancher du bâtiment.

La crépine de type « louvered » ou « persienne » est constituée de quatre sections de 1,52 m de longueur chacune soudées l'une à l'autre. La crépine placée entre 12,91 et 19,01 m de profondeur possède un diamètre extérieur de 325,1 mm et des ouvertures de dimension inconnue. Ce type de crépine de marque inconnue est particulièrement propice au colmatage et relativement peu performante en raison de la forme des ouvertures en « volet », tel que présenté sur la planche 3 de l'annexe 4. La crépine est entourée d'un massif filtrant composé de gravier calibré dont le diamètre est inconnu. Du béton de ciment a aussi été coulé à partir du dessus du massif filtrant retrouvé à une profondeur d'environ 12,40 m, et ce, jusqu'en surface pour remplir l'espace annulaire entre le forage de diamètre inconnu et le tubage interne en acier de 323,9 mm de diamètre. Depuis sa construction en 1965, des travaux de réhabilitation et de nettoyage ont dû être réalisés à maintes reprises en raison du colmatage récurrent de la crépine par des particules granulaires, des précipités ferreux et des colonies de bactéries ferrugineuses. Aujourd'hui, cet ouvrage a atteint sa durée de vie utile puisqu'un débit de l'ordre de 185 m³/d (34 GUSPM) peut être soutiré en permanence; ce qui est nettement insuffisant pour satisfaire le besoin en eau municipal.

2.1.1.4 Caractéristiques et propriétés du puits P-2

Le puits de captage P-2 est décrit sur la base des informations techniques présentées sur le schéma original produit par la firme « Experts-Conseils Hydrogéo-Sol inc. » en 1994 ainsi qu'à partir des images prises avec la géocaméra submersible et des mesures relevées sur le terrain par le soussigné.

Tel qu'illustré sur la planche 4 de l'annexe 4, l'ouvrage P-2 est confiné à l'intérieur de la portion nord-est d'un bâtiment en tôle qui occupe une superficie de 11,9 m² (4,70 x 2,54 m) au sein de la propriété municipale. Une trappe située sur le toit en tôle permet d'accéder au puits avec de la machinerie pour retirer la pompe submersible ou effectuer divers travaux d'entretien. L'inspection visuelle permet de constater que le plancher du bâtiment et le piédestal en béton qui ceinture l'ouvrage P-2 ne sont pas traversés par des fissures apparentes. L'intérieur du bâtiment est propre et il n'y a aucune problématique apparente liée à l'intrusion de vermines dans la bâisse. La surface du sol environnant est légèrement surélevée de manière à diriger les eaux de ruissellement vers l'extérieur du bâtiment. Tel que présenté sur la planche 5 de l'annexe 4, une plaque d'acier de 14 mm d'épaisseur qui recouvre le piédestal a pour fonction de soutenir la colonne de pompage et de limiter l'intrusion de matières indésirables dans l'ouvrage de captage.

En référence aux caractéristiques techniques présentées dans le tableau 3 ci-après ainsi que sur la fiche descriptive insérée à l'annexe 3, le puits P-2 est un ouvrage multitungue de type filtrant muni d'une enveloppe de gravier-filtre qui possède une profondeur de 25,17 m par rapport à la surface actuelle du sol. Ce puits a été foré et construit sous la coordination du soussigné en 1994 suite à la réalisation d'une recherche en eau souterraine sur le territoire municipal. Le tubage externe est caractérisé par un diamètre extérieur de 397 mm, alors que le tubage interne possède un diamètre extérieur de 273 mm. Chaque tubage excède la surface du sol sur une hauteur de 250 mm.

L'ouvrage de production extrait de l'eau souterraine d'une formation aquifère granulaire composée de sable et gravier d'origine fluvioglaciaire qui est confinée sous un dépôt peu perméable d'argile silteuse. La nappe de type « captif » se retrouve à une profondeur de l'ordre de 2,3 m sous une condition statique. Le remblai granulaire qui ceinture le bâtiment a notamment pour fonction de limiter la convergence et l'accumulation des eaux de ruissellement autour de cette infrastructure. De plus, la nature silto/argileuse du dépôt sus-jacent à la formation aquifère granulaire limite l'infiltration de l'eau de surface vers la nappe d'eau souterraine dans l'entourage immédiat du puits P-2.

Tableau 3. Caractéristiques et propriétés du puits P-2

Éléments	Caractéristiques et propriétés
Année de construction	1994
Type de nappe aquifère	Nappe captive
Media de l'aquifère	Sable et gravier
Type de puits filtrant	Multitubé avec enveloppe de gravier-filtre
Diamètre du tubage externe en acier / Diamètre du tubage interne en acier	406 / 254 mm
Diamètre de la crépine « Johnson - Pipe-size » en acier inoxydable 304	254 mm
Longueur de la crépine	4,57 m
Ouvertures de la crépine	2,03 mm
Profondeur de la crépine	20,60 à 25,17 m
Rendement optimal et sécuritaire de la crépine pour une vitesse d'entrée égale ou inférieure à 3 cm/s	2104 m ³ /d (386 GUSPM)
Profondeur du niveau statique de l'eau souterraine par rapport au sol le 18 septembre 1994	1,900 m
Profondeur du niveau dynamique de l'eau souterraine par rapport au sol le 21 septembre 1994 à un débit de 1984 m ³ /d (364 GUSPM)	18,930 m
Rabattement de la nappe d'eau dans le puits P-2 en septembre 1994	17,030 m
Capacité spécifique originale en 1994	116 m ³ /d/m (21 GUSPM/m)
Débit maximal d'exploitation du puits recommandé en 1994	1756 m ³ /d (322 GUSPM)
Débit maximal d'exploitation du puits recommandé après les derniers travaux de réhabilitation en 2013	1526 m ³ /d (280 GUSPM)

L'ouvrage de production P-2 a été construit en enfonçant d'abord par percussion un tubage en acier caractérisé par un diamètre extérieur de 513 mm jusqu'à une profondeur de 15,24 m à l'aide d'une foreuse à câbles. Il est à noter que l'extrémité supérieure de ce tubage se retrouve enfouie à une profondeur de 2,96 m depuis le réaménagement de la tête du puits en 2004. Les sédiments ont été retirés au moyen d'une pompe à sable pour permettre l'avancement du forage et déterminer la séquence stratigraphique des dépôts meubles. Après avoir pratiquement atteint la zone contenant des blocs et des cailloux, le forage s'est poursuivi au moyen d'une foreuse hydraulique rotative en utilisant une boue lubrifiante de type « revert » jusqu'à une profondeur de 27,13 m. Les échantillons de sol recueillis lors du forage ont permis de définir la séquence stratigraphique décrite ci-après:

0,00 - 2,44 m:	sable fin à moyen brun-grisâtre, un peu de silt, traces de gravier
2,44 - 5,49 m:	argile silteuse grise
5,49 - 6,71 m:	sable fin à moyen gris-brunâtre, traces de gravier et silt
6,71 - 11,28 m:	sable fin à grossier gris-brunâtre, traces de gravier et silt
11,28 - 15,54 m:	sable fin à moyen gris-brunâtre, traces de gravier et silt
15,54 - 16,76 m:	sable fin à grossier graveleux gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt
16,76 - 20,42 m:	sable fin à grossier et gravier gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt
20,42 - 21,94 m:	sable fin à grossier gris-brunâtre, un peu de gravier, traces de blocs, cailloux et silt
21,94 - 23,32 m:	sable fin à grossier graveleux gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt

23,32 - 26,21 m: sable fin à grossier et gravier gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt

26,21 - 27,13 m: sables fin à grossier graveleux gris-brunâtre, traces de blocs, cailloux et silt

27,13 m: roc présumé (granite)

Après avoir traversé toute l'épaisseur des dépôts meubles, un ensemble constitué d'une crépine en acier inoxydable 316 no.80 de marque « Johnson » et de type « pipe size » soudée à un tubage en acier a été introduit à l'intérieur du forage. Tel qu'illustré sur la planche 6 de l'annexe 4, la crépine possède un diamètre de 254 mm, une longueur de 4,57 m et des ouvertures de 2,03 mm. La crépine repose directement sur la formation granulaire en place entre 20,60 et 25,17 m de profondeur. En fonction des spécifications techniques données par le manufacturier, et en tenant compte d'un facteur de sécurité de 50% en regard de l'aire ouverte, le rendement sécuritaire de la crépine est évaluée à 2104 m³/d (386 GUSPM) pour une vitesse d'entrée d'eau égale ou inférieure à 3 cm/s. Sur la base des informations obtenues de la part de M. Martin Bouchard, responsable du réseau d'aqueduc municipal, le puits P-2 est normalement exploité à un débit de l'ordre de 691 m³/d (127 GUSPM) lorsque sollicité sur une base individuelle; ce qui respecte le rendement sécuritaire de la crépine.

Le massif filtrant qui ceinture la crête et une partie du tubage interne est constitué de sable de silice arrondie caractérisé par un calibre commercial allant de 2,0 à 4,0 mm. En regard de la dernière mesure effectuée en 2013, le dessus du massif filtrant se retrouvait à une profondeur de 5,36 m. Depuis sa construction en 1994, des travaux de réhabilitation et de nettoyage ont dû être réalisés à quelques reprises en raison du colmatage progressif de la crête par des particules granulaires, des précipités ferreux et des colonies de bactéries ferrugineuses. En mode de sollicitation individuelle, cet ouvrage est en mesure de soutirer un débit maximal évalué à 1526 m³/d (280 GUSPM) depuis les derniers travaux de réhabilitation effectués sous la coordination du soussigné en 2013.

2.1.1.5 Débit de prélèvement autorisé

En référence à l'autorisation ministérielle no.7311-02-01-9036010-1110004 qui est insérée à l'annexe 5, le puits P-2 peut capter un débit maximal fixé à 905 L/min (239 GUSPM). Cette autorisation émise le 10 octobre 1995 constitue la seule délivrée par le MELCC pour ce lieu de prélèvement, puisqu'aucune autorisation n'aurait été émise pour l'exploitation de l'ouvrage de production P-1 en 1965. Du moins, aucun document ne semble exister à cet égard dans les archives municipales.

2.1.2 Description de l'installation de production

Après avoir été prélevée, l'eau souterraine chemine à l'intérieur d'une conduite d'amenée constituée de fonte ductile possédant un diamètre de 203 mm. La conduite est enfouie dans le sol jusqu'au poste de production localisé à ± 2260 m du lieu de prélèvement. Par la suite, l'eau subit un traitement spécifique pour abaisser les concentrations de fer dissous par le biais d'une filière constituée de filtres sous pression suivis d'un média filtrant dédié à retenir les oxydes de fer. En guise de désinfection, du chlore liquide est injecté au moyen de deux pompes doseuses qui fonctionnent en alternance. Le chlore liquide est entreposé au sein de deux réservoirs pouvant contenir chacun un volume de 100 litres. Un total de l'ordre de 10 litres de chlore est consommé sur une base journalière. L'eau se dirige ensuite vers le réservoir d'emmagasinement qui possède une capacité de stockage de 1200 m³. Finalement, l'eau est pompée dans le réseau d'aqueduc aux fins de consommation par les usagers.

2.2 Aires de protection et niveau de vulnérabilité à la contamination:

2.2.1 Configuration des aires de protection

2.2.1.1 Révision ou validation des aires de protection

Dans le cadre de ce mandat, seule une validation des calculs antérieurs est effectuée en relation avec la redéfinition de certains éléments cartographiques ayant une incidence sur l'extension de l'aire d'alimentation. Le soussigné considère que la révision complète de la configuration des aires de protection à partir d'autres méthodes que celles utilisées antérieurement en 2006 n'est pas justifiée aujourd'hui, et ce, en raison des éléments argumentaires énumérés ci-après:

- 1- l'occupation du territoire au sein et en bordure des aires de protection recensée antérieurement n'a pas évoluée de manière significative depuis 2006;
- 2- les affectations du territoire au sein et en bordure des aires de protection définies antérieurement n'ont pas été modifiées depuis 2006;
- 3- les activités anthropiques liées notamment aux opérations forestières et à la culture commerciale du bleuet inventoriées antérieurement sont les mêmes depuis 2006;
- 4- la formation aquifère n'est pas réputée vulnérable à la contamination en vertu de la présence d'une barrière géologique naturelle de nature silto/argileuse au-dessus de la nappe d'eau souterraine de type captif (annexe 3);
- 5- la nappe présente un état captif au site de tous les ouvrages hydrauliques implantés au sein des aires de protection;
- 6- la configuration des aires de protection définies antérieurement en 2006 permet aux autorités municipales de gérer adéquatement le développement du territoire et les activités anthropiques en fonction de la protection et de la disponibilité de la ressource;

- 7- aucun évènement de contamination de l'eau brute n'est survenu depuis la mise en opération de chacun des puits de production P-1 et P-2;
- 8- le mode d'exploitation de la nappe aquifère est fixé de manière à ne pas dépasser les débits maximums recommandés pour remplir le réservoir selon des cycles journaliers « arrêt/départ ».

Il est à noter que la configuration des aires de protection est déterminée à la fois pour les deux ouvrages de captage, puisque ces derniers peuvent être sollicités sur une base individuelle pour soutirer un débit moyen de $615 \text{ m}^3/\text{d}$ (113 GUSPM) lorsque leur rendement respectif est optimal.

2.2.1.2 Principes et application

Les aires de protection sont associées à la surface de terrain autour d'un puits ou d'une batterie de puits à travers laquelle des contaminants sont susceptibles de migrer en direction du système de captage d'eau souterraine. Les aires de protection à établir autour d'un puits de captage d'eau souterraine qui se retrouve à l'intérieur d'un prélèvement de catégorie 1 sont décrites ci-après dans le tableau 4.

Tableau 4. Aires à protéger par rapport au critère sélectionné pour un lieu de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1

Protection	Critère	Aires à protéger
Immédiate	Protection du puits et ses équipements connexes	Rayon fixe de 30 m ou moins selon les conditions hydrogéologiques locales, la configuration du terrain, la présence d'infrastructures ou la nature des activités humaines
Intermédiaire	Contaminants bactériologiques et virologiques	Bactéries: temps de migration de 200 jours dans l'aire d'alimentation Virus: temps de migration de 550 jours dans l'aire d'alimentation
Éloignée	Contaminants mobiles et persistants	Aire d'alimentation du lieu de prélèvement

2.2.1.3 Aire de protection immédiate

Cette aire vise à protéger le puits et ses installations connexes alors qu'aucune activité autre que le pompage n'est tolérée à l'intérieur de ce périmètre. Toute activité qui présente un risque de contamination de l'eau est interdite dans cette aire, sauf celles relatives à l'opération, à l'entretien, à la réfection ou au remplacement de l'installation de captage ou des équipements accessoires.

En référence à la figure 3 de l'annexe 2 et aux planches 1 et 7 de l'annexe 4, une aire de protection immédiate ceinture les deux bâtiments qui abritent les ouvrages de production P-1 et P-2. L'aire de protection a été établie en fonction des dispositions de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'Environnement (L.R.Q., chapitre Q-2), lequel prévalait alors au moment de la délivrance de l'autorisation ministérielle le 10 octobre 1995 (annexe 5). L'aire de protection possède une distance de ± 30 m autour de l'ouvrage P-2, tout en étant réduite en direction de la rivière aux Saumons qui constitue un obstacle naturel. Dans le cas du puits P-1, l'aire de protection immédiate se retrouve à une distance allant de 10 à 27 m autour de cet ouvrage en fonction de la présence de certains obstacles naturels et des limites de la propriété municipale.

L'aire de protection immédiate qui couvre une superficie de $\pm 4625\text{ m}^2$ est délimitée physiquement par une clôture métallique possédant une hauteur de 1,80 m. La clôture qui est déployée selon une forme irrégulière présente un bon état en général sur la base d'une inspection visuelle. Les employés municipaux procèdent normalement à l'entretien du pourtour de l'aire de protection immédiate par la coupe mécanique des repousses arbustives qui peuvent endommager la clôture. Actuellement, la végétation empiète largement sur certaines sections qui sont à peine visibles.

En référence à la planche 1 de l'annexe 4, une affiche indiquant la présence d'une source d'approvisionnement en eau potable est apposée sur le seul accès constitué d'une porte battante métallique possédant une hauteur d'environ un mètre. Le grillage de la porte est passablement endommagé. L'accès est cadenassé lorsque les responsables municipaux ne sont pas sur les lieux, tout comme les portes de chacun des bâtiments qui demeurent constamment barrées à clef. Tel qu'illustré sur les planches 1 et 4 de l'annexe 4, la finition de la surface du sol avec le remblai granulaire de fondation a été façonnée de manière à diriger les eaux de ruissellement vers l'extérieur de chaque bâtiment.

La configuration de l'aire de protection immédiate en place répond aux dispositions réglementaires des articles 54, 55, 56 et 96 du RPEP (MELCC, 2014). L'envergure de l'aire de protection immédiate est réduite en-deçà d'un rayon de 30 m autour des deux ouvrages en raison de la présence de la rivière aux Saumons en direction sud et de l'existence d'une barrière de protection naturelle constituée d'un matériau de nature silto/argileuse au-dessus de la formation aquifère granulaire, tel que présenté sur les fiches descriptives de l'annexe 3. Il est à noter que le MELCC n'oblige plus l'installation d'une clôture pour délimiter physiquement l'aire de protection immédiate depuis la mise en application du RPEP en 2014. Toutefois, le MELCC exige qu'un plan de localisation puisse permettre d'identifier les limites de l'aire de protection immédiate sur le terrain en vertu du libellé de l'article 68 du RPEP (MELCC, 2014).

2.2.1.4 Aire de protection intermédiaire

L'aire de protection intermédiaire a pour but d'assurer la protection bactériologique et virologique de l'eau souterraine captée par le puits par rapport à la présence de sources potentielles d'émission de contaminants de nature microbiologique. Pour assurer la protection bactériologique, la distance correspond à un temps de migration de l'eau souterraine sur une période de 200 jours, alors qu'un temps de migration sur une période de 550 jours permet de déterminer la distance à appliquer pour assurer la protection virologique.

En vertu des dispositions réglementaires de l'article 24 du RCES (MELCC, 2002), une aire de protection rapprochée a été délimitée autour du lieu de prélèvement d'eau souterraine lors de l'édition du rapport hydrogéologique en 2006. Ce rapport avait été produit dans le cadre de la mise aux normes des deux puits de captage. Les informations à caractère hydrogéologique provenaient de six ouvrages hydrauliques et de trois lignes de sismique réfraction possédant chacune une longueur de 287,5 m; les ouvrages hydrauliques et les lignes sismiques étant répartis sur l'ensemble des aires de protection. Les lignes de sismique ont permis d'acquérir des renseignements d'ordre stratigraphique sur un total de 72 points de mesure selon trois axes linéaires au sein et en bordure de l'aire de protection rapprochée.

L'aire de protection rapprochée décrite dans le RCES (MELCC, 2002) correspond en tout point à l'aire de protection intermédiaire définie à l'intérieur des dispositions réglementaires de l'article 57 du RPEP (MELCC, 2014). Si des activités agricoles impliquant notamment l'épandage ou le stockage de matières fertilisantes ainsi que le pâturage sont pratiquées au sein ou en bordure de l'aire de protection intermédiaire, les nitrites & nitrates (exprimés en N) sont notamment sélectionnés comme un paramètre indicateur à suivre dans le cadre du contrôle de la qualité de l'eau souterraine soutirée par un puits de captage dans le temps.

Considérant les connaissances microbiologiques actuelles et les législations étrangères en la matière, la solution analytique de Bear J. (1979) est celle qui a été appliquée en 2006, et qui est toujours utilisée depuis 2014 pour calculer les distances relatives à des temps de migration de 200 et 550 jours, et ce, à partir de l'équation suivante:

$$t = \frac{nd}{Ki} - \frac{Qn}{2\pi K^2 i^2 b} \ln \left(\frac{1+2\pi K b d}{Q} \right) \quad (d) \quad (1)$$

où K: conductivité hydraulique moyenne (51,8 m/d);

i: gradient hydraulique horizontal régional (0,0071 m/m);

n: porosité efficace (35%);

d: distance horizontale en amont sur la ligne parallèle à l'axe d'écoulement régional (m);

t: temps de migration (200 d ou 550 d);

Q: débit de pompage (615 m³/d);

b: épaisseur saturée du milieu aquifère (19,68 m);

ln: logarithme népérien.

La solution analytique de Bear J. (1979) considère uniquement l'écoulement horizontal en négligeant le temps requis pour l'infiltration verticale de l'eau et des contaminants de nature bactérienne et virale. La configuration de l'aire de protection intermédiaire varie directement selon le taux de pompage appliqué en prenant de l'expansion au sein de l'aire d'alimentation lorsque le débit augmente, ou à l'inverse en diminuant d'envergure si le taux de pompage est réduit.

En regard des propriétés hydrogéologiques du milieu aquifère et d'un débit de pompage de 615 m³/d (113 GUSPM), lequel correspond au débit moyen calculé à partir des données cumulées entre 1999 et 2020, les aires de protection bactériologique (200 d) et virologique (550 d) possèdent une distance respective de 112 et 230 m à l'intérieur de l'aire d'alimentation des puits P-1 et P-2. Les distances associées aux aires de protection bactériologique et virologique sont inscrites dans le tableau 5 ci-après, alors que leurs limites respectives apparaissent sur les figures 4 et 5 de l'annexe 2.

Tableau 5. Envergure des aires de protection bactériologique et virologique associées aux puits de captage P-1 et P-2

Puits	Débit de pompage		Envergure de l'aire de protection intermédiaire (Bear J., 1979)	
	(m ³ /d)	(GUSPM)	Bactériologique: temps de migration de 200 d (m)	Virologique: temps de migration de 550 d (m)
P-1 et P-2	615	113	112	230

2.2.1.5 Aire de protection éloignée

L'aire de protection éloignée vise notamment à protéger le lieu de prélèvement d'eau souterraine contre les substances polluantes mobiles et persistantes qui circulent dans l'environnement souterrain. En vertu des dispositions réglementaires de l'article 25 du RCES (MELCC, 2002), la configuration de l'aire d'alimentation des puits de captage P-1 et P-2 a été déterminée lors de l'édition du rapport hydrogéologique en 2006. Les informations à caractère hydrogéologique provenaient de six ouvrages hydrauliques et de trois lignes de sismique réfraction possédant chacune une longueur de 287,5 m; les ouvrages hydrauliques et les lignes sismiques étant répartis sur l'ensemble des aires de protection. Les lignes de sismique ont permis d'acquérir des renseignements d'ordre stratigraphique sur un total de 72 points de mesure selon trois axes linéaires au sein et en bordure de l'aire d'alimentation.

En vertu du libellé de l'article 65 du RPEP (MELCC, 2014), l'aire d'alimentation coïncide avec l'aire de protection éloignée puisque celles-ci correspondent à la superficie de terrain au sein duquel les eaux souterraines qui y circulent vont éventuellement être captées par l'un des puits. Tel que stipulé dans libellé de l'article 66 du RPEP (MELCC, 2014), l'aménagement d'un site de forage destiné à rechercher ou à exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain ainsi que l'exécution d'un sondage stratigraphique sont interdits dans l'aire de protection éloignée d'un lieu de prélèvement d'eau souterraine de catégorie 1.

L'envergure de l'aire d'alimentation varie directement selon le taux de pompage appliqué en prenant de l'expansion lorsque le débit augmente, ou à l'inverse en diminuant d'envergure si le taux de pompage est réduit. En 2006, la configuration de l'aire d'alimentation (ou de l'aire de protection éloignée) a été évaluée à partir de l'application de la solution analytique de Todd D.K. (1980) pour une nappe captive, où:

$$A = \frac{Q}{2\pi K b_i} \quad (m) \quad (2)$$

$$L = \frac{Q}{K b_i} \quad (m) \quad (3)$$

et

$$B = \frac{L}{2} \quad (m) \quad (4)$$

où A: distance à la limite aval (m);

L: limite latérale amont par rapport à la direction d'écoulement des eaux entrant dans le puits: largeur du front d'appel (m);

B: largeur de la zone de captage à la hauteur du puits (m);

i: gradient hydraulique horizontal régional (0,0071 m/m);

K: conductivité hydraulique moyenne (51,8 m/d);

b: épaisseur saturée du milieu aquifère (19,68 m);

Q: débit de pompage (615 m³/d).

En regard des propriétés hydrogéologiques du milieu aquifère et d'un débit de pompage de 615 m³/d (113 GUSPM), lequel correspond au débit moyen calculé à partir des données cumulées entre 1999 et 2020, la distance à la limite aval (A), la largeur du front d'appel (L) et largeur de la zone de captage (B) sont caractérisées par des distances respectives de 56, 355 et 177 m. L'aire de protection éloignée des puits P-1 et P-2 s'étend en amont vers le nord-ouest sur une longueur de l'ordre de 1500 m jusqu'à la limite du sous-bassin hydrographique considérée comme une ligne de partage des eaux. Il est à noter que la longueur évaluée dans le cadre de cette étude est inférieure à celle indiquée dans le rapport hydrogéologique édité en 2006, et ce, en raison du raffinement apporté au tracé du sous-bassin hydrographique et au levé piézométrique effectué sous une condition statique le 6 juillet 2020. La configuration de chaque aire de protection éloignée est illustrée sur les figures 4 et 5 de l'annexe 2 respectivement pour les ouvrages P-1 et P-2, alors que les distances sont inscrites dans le tableau 6 ci-après.

Tableau 6. Distances associées à la configuration de l'aire de protection éloignée des puits de captage P-1 et P-2

Puits	Débit de pompage		Envergure de l'aire de protection éloignée (Todd D.K., 1980)			
	(m ³ /d)	(GUSPM)	Distance à la limite aval (A) (m)	Largeur du front d'appel (L) (m)	Largeur de la zone de captage (B) (m)	Longueur de l'aire (m)
P-1 et P-2	615	113	56	355	177	1500

2.2.2 Niveau de vulnérabilité à la contamination

2.2.2.1 Cadre normatif

En vertu du libellé des articles 25, 26, 29 et 30 du RCES (MELCC, 2002), le niveau de vulnérabilité devait être évalué uniquement au sein des aires de protection rapprochée (ou intermédiaire), alors que la nappe était réputée vulnérable à la contamination si l'indice DRASTIC était supérieur à 100.

En regard des dispositions de l'article 53 du RPEP (MELCC, 2014), la vulnérabilité intrinsèque de l'eau souterraine doit être déterminée au sein de chacune des aires de protection d'un lieu de prélèvement de catégorie 1 par le biais de l'application de la méthode DRASTIC.

2.2.2.2 Description de la méthode DRASTIC

La vulnérabilité d'un milieu aquifère à la contamination est évaluée à partir de la méthode DRASTIC développée par l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) (Aller et al., 1987). Depuis la parution du RCES en 2002, cette méthode est utilisée pour évaluer les risques de contamination des sources d'approvisionnement en fonction des activités et des infrastructures présentes dans les environs d'un lieu de prélèvement d'eau souterraine. Cette méthode est tout particulièrement appliquée sur l'ensemble des aires de protection d'un puits ou d'une batterie de puits pour cerner le plus précisément possible les zones vulnérables à la contamination.

La méthode DRASTIC consiste en un système de cotation numérique jumelé à un document cartographique qui fait appel au concept d'unité hydrogéologique. Cette méthode repose sur trois hypothèses de base:

- 1- les sources de contamination sont localisées à la surface du sol;
- 2- les contaminants migrent depuis la surface du sol jusqu'au milieu aquifère par les eaux d'infiltration;
- 3- les contaminants ont la même mobilité que l'eau.

La méthode DRASTIC considère sept paramètres physiques distincts pour la détermination des indices de vulnérabilité:

- 1- la profondeur de la nappe d'eau souterraine par rapport à la surface (D);
- 2- le taux d'infiltration annuelle de l'eau qui alimente la nappe d'eau souterraine (R);
- 3- le milieu aquifère qui alimente le puits (A);
- 4- le milieu pédologique qui recouvre la nappe d'eau souterraine (S);
- 5- la topographie environnante (pente du terrain) (T);
- 6- l'impact de la zone non saturée sur le milieu aquifère (I);
- 7- la conductivité hydraulique du milieu aquifère (C).

Chacun de ces paramètres joue un rôle plus ou moins important dans les processus de transport et d'atténuation des contaminants. Pour cette raison, la méthode tient compte de l'importance relative de chaque paramètre, en attribuant à chacun d'eux un poids dont la valeur varie de 1 à 5 (Aller et al., 1987). Chaque poids est fixé par un consensus de type Delphi. En référence au tableau 7 ci-après, un paramètre prépondérant a un poids de 5, alors qu'un paramètre ayant moins d'impact sur le transport et l'atténuation de la contamination possède un poids de 1.

Tableau 7. Poids relatif à chacun des paramètres *

PARAMÈTRES	POIDS
Profondeur de la nappe d'eau souterraine par rapport à la surface (D)	5
Taux d'infiltration annuelle de l'eau qui alimente la nappe d'eau souterraine (R)	4
Milieu aquifère qui alimente le puits (A)	3
Milieu pédologique qui recouvre la nappe d'eau souterraine (S)	2
Topographie environnante (pente du terrain) (T)	1
Impact de la zone non saturée sur le milieu aquifère (I)	5
Conductivité hydraulique du milieu aquifère (C)	3

* tableau tiré et adapté de Aller & al. (1987)

Une cote qui varie de 1 à 10 est attribuée à chacun des paramètres. Une cote de 1 correspond à des conditions de moindre vulnérabilité, tandis qu'une cote de 10 reflète des conditions propices à la contamination. L'indice DRASTIC propre à chaque unité hydrogéologique est obtenu à l'aide de l'équation suivante:

$$D_c D_p + R_c R_p + A_c A_p + S_c S_p + T_c T_p + I_c I_p + C_c C_p = I \quad (5)$$

où c: cote;

p: poids;

I: indice DRASTIC

Le résultat obtenu est ensuite exprimé sous forme de pourcentage en utilisant la formule de conversion suivante:

$$\text{Indice DRASTIC (\%)} = \frac{I - 23}{203} \times 100 \quad (6)$$

où I: Indice DRASTIC calculé.

Les indices DRASTIC représentent une évaluation de la vulnérabilité à la contamination d'une unité hydrogéologique, alors que la vulnérabilité augmente avec la valeur de l'indice. Sur une carte de vulnérabilité, l'unité hydrogéologique correspond à une zone géographique bien délimitée. Les indices ne représentent pas une mesure absolue du risque de contamination, mais plutôt une mesure relative ou comparative. Les valeurs sont attribuées à la zone elle-même, et non pas au contour de cette zone. Il n'y a pas de transition progressive de la valeur des indices d'une zone à l'autre et la notion d'isocontours ne s'applique pas.

La méthode DRASTIC permet de calculer un indice général de vulnérabilité. La valeur maximale de l'indice DRASTIC est de 226 (100%) et la valeur minimale de 23 (0%). Le tableau 8 ci-après présente les indices DRASTIC en fonction du niveau de vulnérabilité en regard de la classification proposée par le MELCC (2014 & 2019).

Tableau 8. Indice DRASTIC en fonction du niveau de vulnérabilité *

Indice DRASTIC (I)	Niveau de vulnérabilité
23 à 100 (0 à 38%)	Faible
101 à 179 (39 à 76%)	Moyen
180 à 226 (77 à 100%)	Élevé

* tableau tiré et adapté du MELCC (2014 & 2019)

2.2.2.3 Application de la méthode DRASTIC

Le niveau de la vulnérabilité à la contamination de la nappe d'eau souterraine captée par les ouvrages P-1 et P-2 a déjà fait l'objet d'une évaluation au moyen de la méthode DRASTIC au moment de l'édition du rapport hydrogéologique de mise aux normes en 2006. Les valeurs des indices DRASTIC calculées sur l'ensemble de l'aire d'alimentation des puits P-1 et P-2 avaient alors été comparées à cinq niveaux de vulnérabilité à partir de la classification proposée par Fréchette R. (1988). Selon la valeur de l'indice DRASTIC, le niveau de vulnérabilité varie de très faible (23 à 84) à très élevé (176 à 226) selon cette dernière classification.

Dans le cadre du présent mandat, le calcul des indices DRASTIC a été révisé simplement en validant les cotes attribuées antérieurement. Le système d'information hydrogéologique (ci-après « SIH ») du MELCC (2021) a été consulté en vue d'obtenir des renseignements complémentaires à partir des puits privés aménagés dans le secteur du lieu de prélèvement municipal. D'autres informations d'ordre hydrostratigraphique proviennent de l'étude du CERM-PACES (2013) ainsi que de renseignements obtenus de la part de résidents qui possèdent des habitations secondaires autour du lac Savard. Les résultats du levé de sismique réfraction réalisé en 1994 sont également intégrés à l'analyse globale de la vulnérabilité afin de valider l'extension spatiale des dépôts meubles entre deux ouvrages hydrauliques implantés à la hauteur des aires de protection. Enfin, une visite du territoire recoupé par les aires de protection jumelée à l'étude de la cartographie géologique ont permis d'identifier certains éléments pertinents pouvant avoir un impact sur les indices DRASTIC.

Les indices DRASTIC sont évalués pour l'unité hydrogéologique composée de sable et gravier d'origine fluvioglaciaire confinée sous un dépôt de nature silto/argileuse au sein de laquelle circule une nappe captive. Le dépôt granulaire d'origine fluvioglaciaire constitue l'unité hydrogéologique à protéger dans le secteur du lieu de prélèvement d'eau souterraine. Les indices sont déterminés en tenant compte du contexte géologique, de la topographie et de la géomorphologie des lieux ainsi que des propriétés hydrogéologiques du milieu aquifère. Le calcul des indices DRASTIC est présenté à l'annexe 6.

Sur toute la superficie des aires de protection, la formation aquifère granulaire est confinée sous un dépôt de nature silto/argileuse. Le niveau de vulnérabilité est largement influencé par la présence et l'épaisseur du dépôt peu perméable, lequel a notamment une incidence directe sur la variabilité de la cote attribuée à la profondeur de la nappe d'eau (ou la profondeur de la base de la couche peu perméable) (D).

En référence aux calculs détaillés présentés à l'annexe 6 et aux résultats compilés dans le tableau 9 ci-après, un indice DRASTIC de 74 (25%) est calculé autour du piézomètre LD-2 implanté à l'intérieur de l'aire de protection éloignée. Un indice DRASTIC de 83 (30%) est obtenu dans l'entourage du piézomètre LD-1 localisé en bordure des aires de protection intermédiaire et éloignée. Sur la base de forages exécutés dans le cadre de la plantation de pieux et du résultat du levé bathymétrique effectué en 2006, un indice DRASTIC de 94 (35%) est évalué à la hauteur de la portion du lac Savard qui se retrouve à l'intérieur de l'aire de protection éloignée des puits de captage. Enfin, un indice DRASTIC de 95 (35%) est calculé dans le secteur des ouvrages P-1, P-2 et PZ-1 implantés au sein des aires de protection immédiate et intermédiaire. L'ensemble des valeurs des indices DRASTIC mène à qualifier de « faible » le niveau de vulnérabilité à la contamination de la formation aquifère granulaire au sein des aires de protection des ouvrages municipaux P-1 et P-2.

Tableau 9. Niveau de vulnérabilité en fonction des indices DRASTIC

Indice DRASTIC		Cote attribuée			
Paramètre	Poids	P-1, P-2 & PZ-1	LD-1	LD-2	Lac Savard
D	5	7	3	1	5
R	4	1	1	1	1
A	3	6	6	6	6
S	2	4	4	4	4
T	1	1	9	10	10
I	5	1	1	1	1
C	3	8	8	8	8
	Valeur indice DRASTIC	95	83	74	94
	Niveau de vulnérabilité	Faible	Faible	Faible	Faible

2.2.3 Discussion sur la configuration des aires de protection et le niveau de vulnérabilité

Le retrait par le MELCC de l'obligation d'installer une clôture sur les limites de l'aire de protection immédiate constitue un recul important en matière de protection des installations de captage d'eau souterraine. La position du MELCC est étonnante et incohérente face à l'application du principe des barrières multiples, lequel vise à minimiser les risques de contamination de la ressource à partir du lieu de prélèvement jusqu'aux usagers à alimenter en eau potable. La clôture constitue un élément incontournable comme première barrière de protection, puisque les sources d'approvisionnement en eau souterraine sont souvent localisées dans des secteurs isolés et éloignés par rapport aux utilisateurs à alimenter en eau potable.

Le soussigné considère qu'une modification doit être apportée à la réglementation actuelle afin de réinstaurer l'obligation d'installer une clôture sécuritaire au pourtour de l'aire de protection immédiate, et ce, puisqu'un plan de localisation illustrant les limites de l'aire de protection immédiate ne constitue pas une barrière de protection très efficiente et dissuasive face aux risques que représentent le vandalisme et la pratique d'activités humaines jugées inappropriées d'un point de vue environnemental.

La configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée du lieu de prélèvement d'eau souterraine a été évaluée à partir de solutions analytiques développées pour des milieux isotropes et homogènes. Les solutions analytiques sélectionnées considèrent l'application des conditions idéalisées suivantes: 1) l'infiltration est négligeable; 2) le puits pénètre complètement l'aquifère sollicité par pompage; 3) la formation aquifère est caractérisée par une extension latérale infinie; 4) la formation aquifère granulaire est associée à un milieu simple, isotrope et homogène et; 5) la Loi de Darcy (1856) est valide. Ainsi, il est nécessaire de considérer la configuration des aires de protection davantage comme une estimation, puisque les conditions et les prémisses théoriques s'appliquent difficilement dans les milieux aquifères naturels considérés hétérogènes et caractérisés par une géométrie complexe.

Dans le contexte spécifique du lieu de prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de la Paroisse de La Doré, les solutions analytiques jumelées à des éléments cartographiques permettent d'évaluer avec confiance la configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée associées aux deux ouvrages de captage. Somme toute, l'envergure des aires de protection est relativement faible sur la portion du territoire touché. L'utilisation de méthodes numériques ou strictement cartographiques demanderait des efforts et des investissements plus importants en termes d'investigations hydrogéologiques pour tenter d'augmenter le degré de précision, ou simplement de valider les résultats des solutions analytiques. L'emploi de méthodes qui exigent davantage d'investigations pourrait s'avérer utile si l'intégrité physique de la nappe aquifère devait éventuellement être menacée par des activités anthropiques jugées trop contraignantes ou à risque d'un point de vue environnemental, ou s'il advenait des conflits d'usage majeurs avec certains utilisateurs du territoire; ce qui n'est pas le cas pour l'aquifère exploité par les puits de production P-1 et P-2.

Les informations à caractère hydrogéologique obtenues par le biais de forages, du levé de géophysique par sismique réfraction, de la cartographie géologique, de la visite des lieux et des essais de pompage de longue durée permettent aussi d'évaluer avec confiance le niveau de vulnérabilité à la contamination de l'eau souterraine au sein des aires de protection du lieu de prélèvement. L'exploitation permanente de la nappe aquifère qui perdure depuis plus de cinquante ans n'a jamais été interrompue en raison d'une problématique liée à la qualité de l'eau brute. Devant ce fait probant, force est de constater que la configuration des aires de protection et le niveau de vulnérabilité définis antérieurement lors de l'émission du rapport hydrogéologique en 2006, ont permis, et permettent toujours aux autorités municipales de gérer adéquatement le développement du territoire en fonction de la préservation de l'intégrité de la ressource.

Dans un contexte où la nappe d'eau est naturellement bien protégée par un dépôt silto/argileux sus-jacent à la formation aquifère granulaire en regard du niveau de vulnérabilité qualifié de faible par les indices DRASTIC, la détermination de la configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée constitue davantage un exercice académique où le degré de précision obtenu par le biais de solutions analytiques est amplement suffisant pour gérer adéquatement les usages et le développement du territoire.



ANNEXE 2

Figures

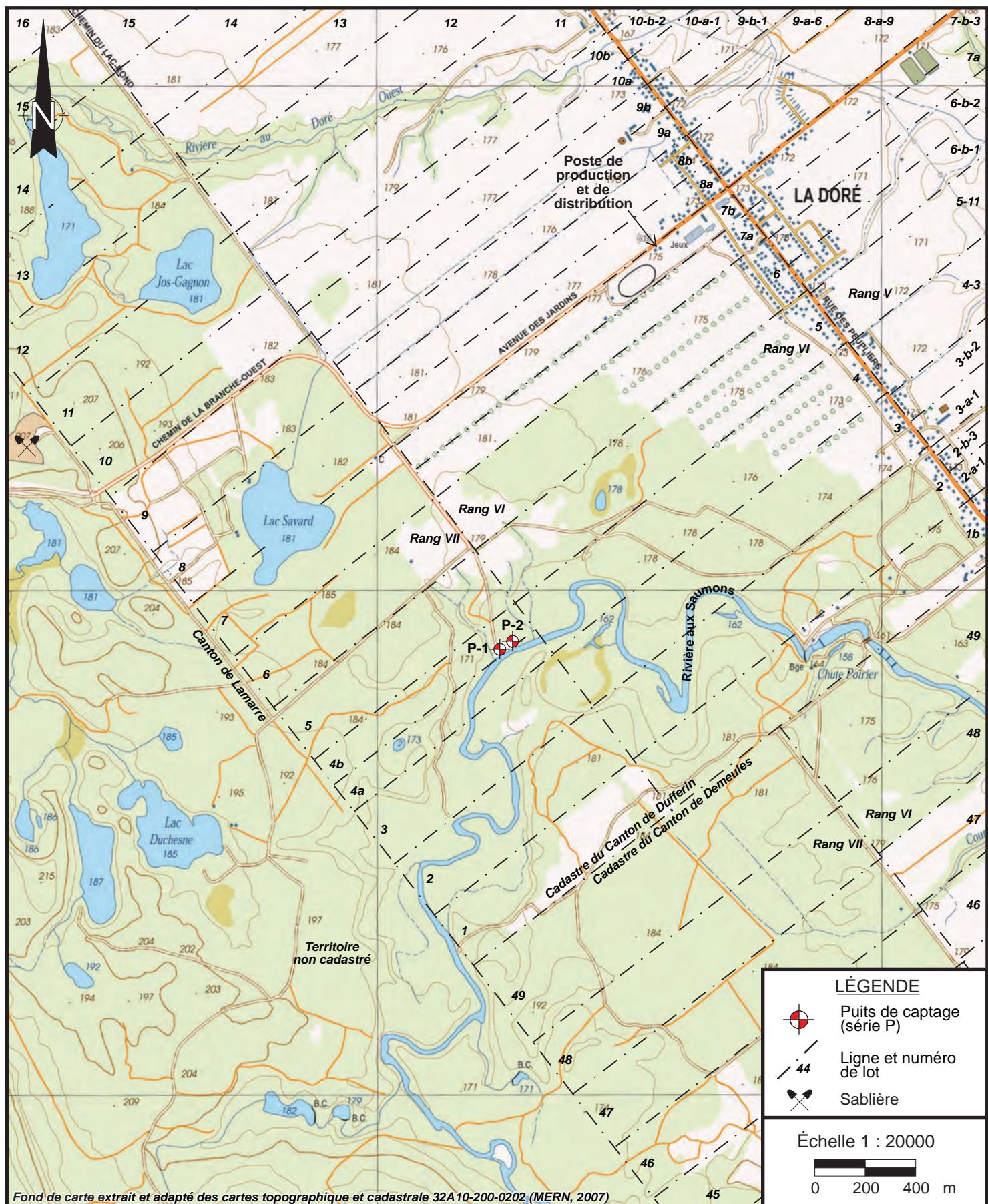


Figure 1. Localisation des puits de captage P-1 et P-2 de la municipalité de la Paroisse de La Doré

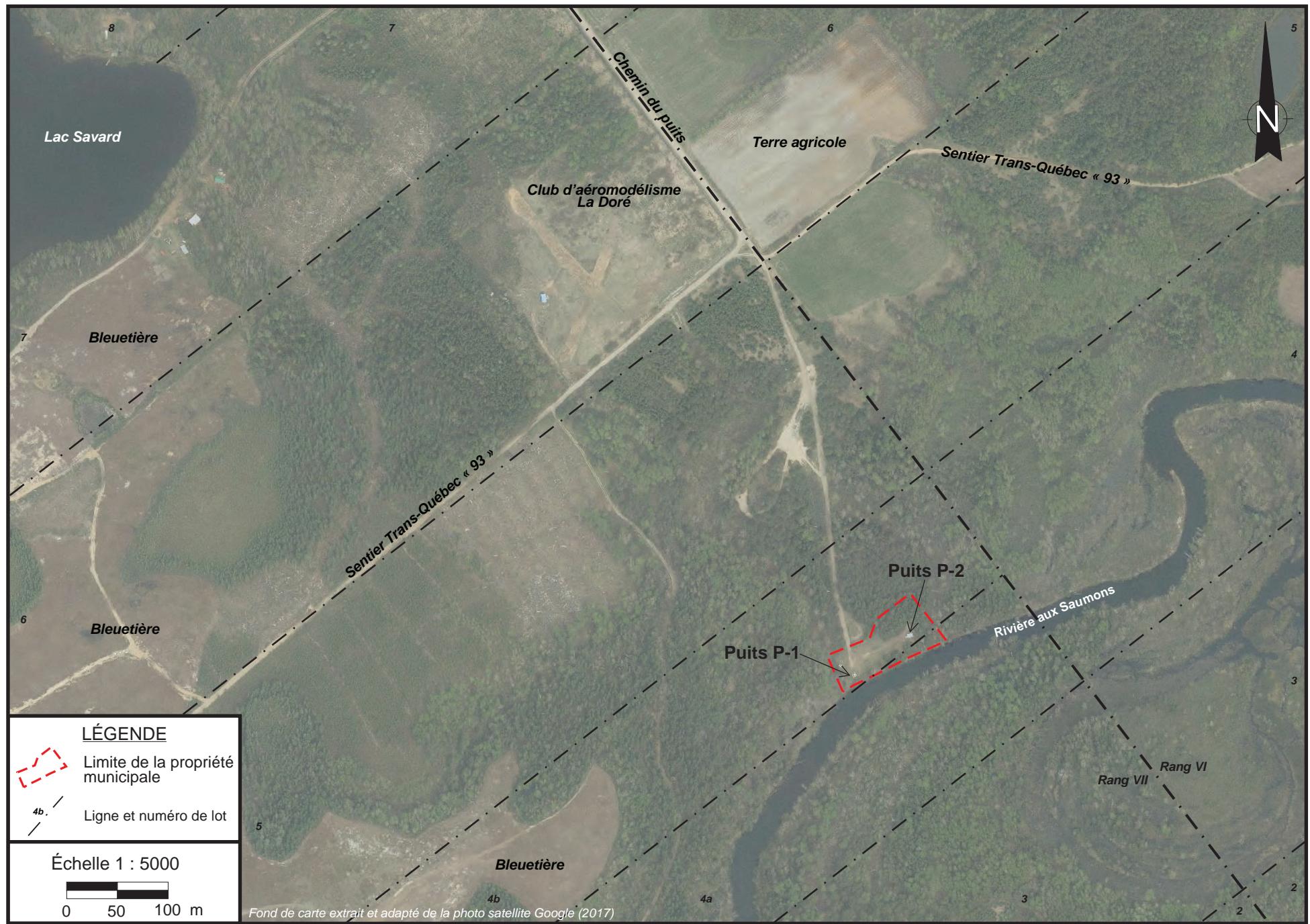


Figure 2. Localisation des puits de captage P-1 et P-2 de la municipalité de la Paroisse de La Doré

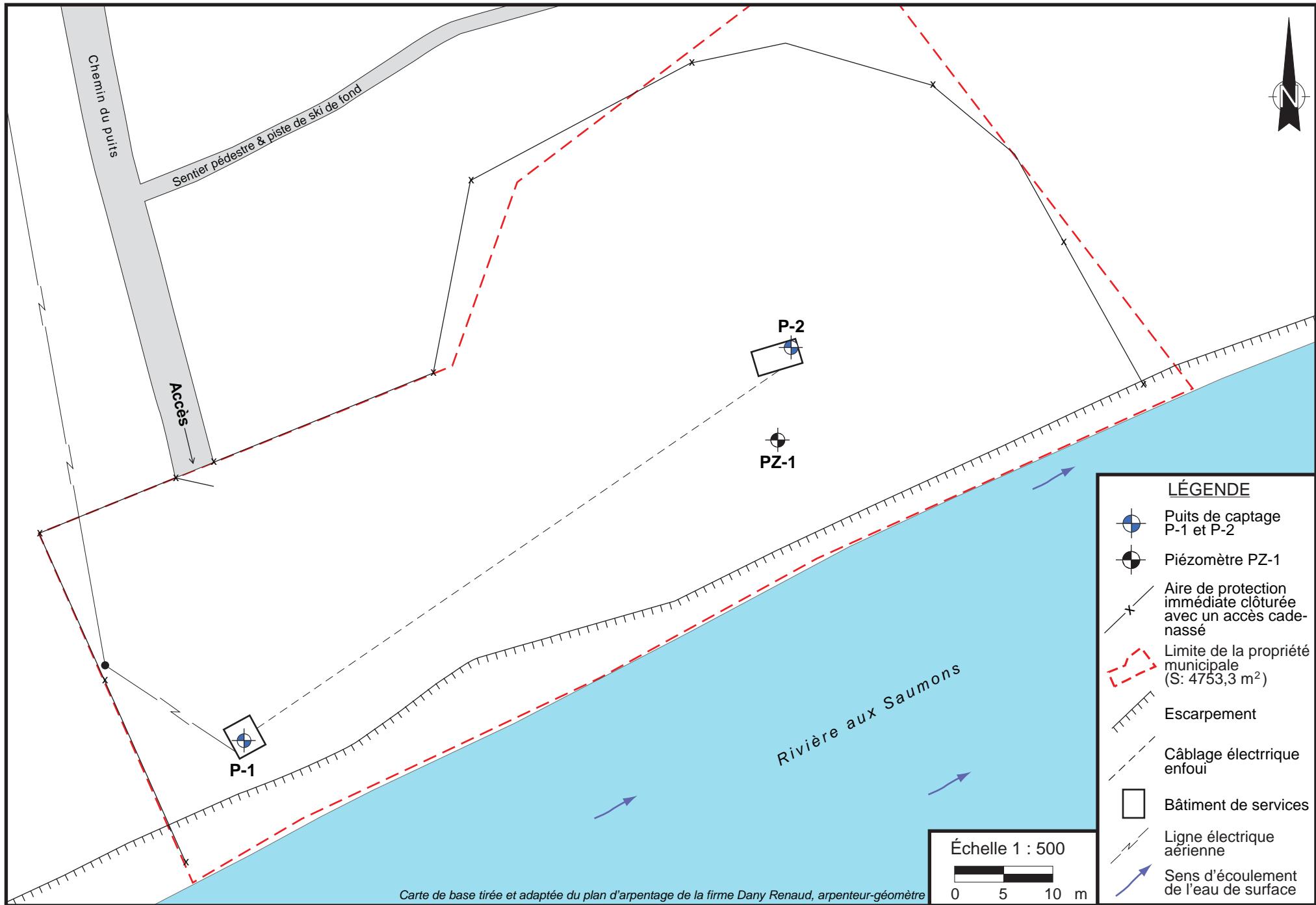


Figure 3. Configuration de l'aire de protection immédiate ceinturant les puits de captage P-1 et P-2 de la municipalité de la Paroisse de La Doré

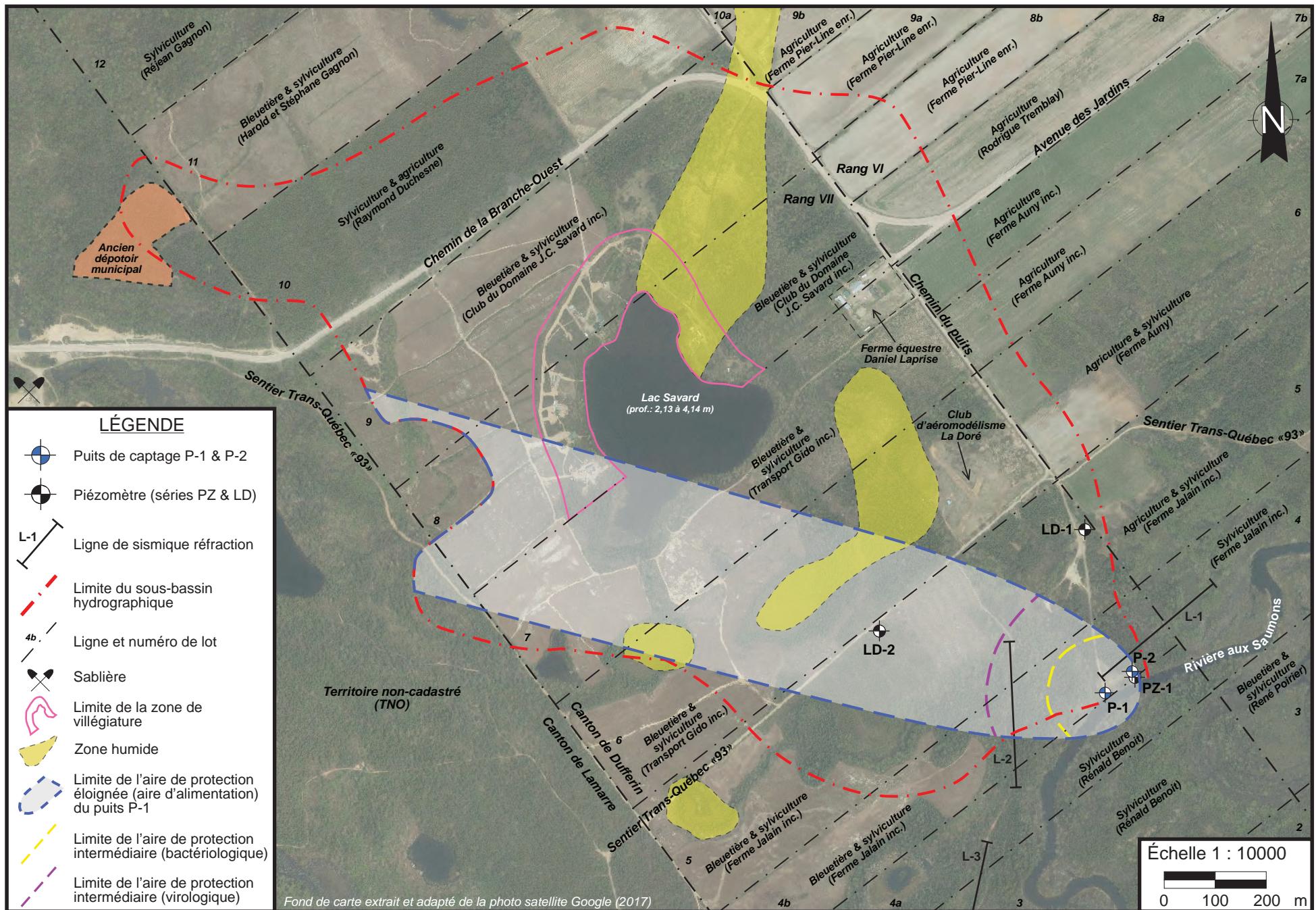


Figure 4. Configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée du puits de captage d'eau souterraine P-1 de la municipalité de la Paroisse de La Doré

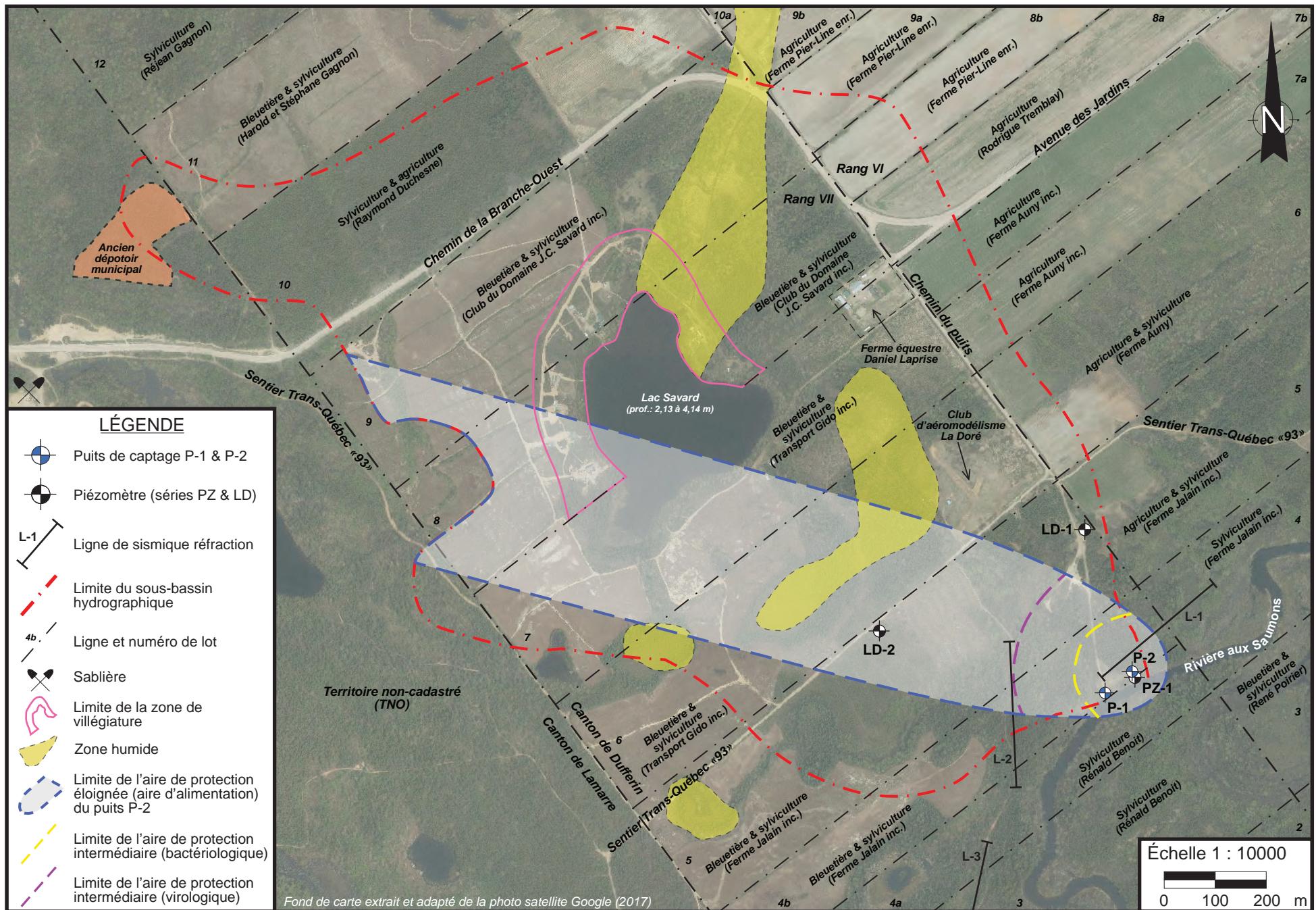


Figure 5. Configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée du puits de captage d'eau souterraine P-2 de la municipalité de la Paroisse de La Doré