

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 2003, les résidents de la municipalité de Bégin sont alimentés en eau potable à partir d'une nappe d'eau souterraine exploitée par le biais de deux puits tubulaires construits successivement en 2002 et 2009. Les ouvrages de captage connus sous le nom de « P-1 » et « P-2 » correspondent au numéro d'installation de production « X0009566 » 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 702 personnes selon le registre officiel du MELCC.

2.1.1.2 Localisation

En référence aux figures 1 et 2 de l'annexe 2, les deux puits de captage sont implantés en zone verte à l'intérieur des limites territoriales de la municipalité de Bégin qui fait partie de la MRC du Fjord-du-Saguenay (ci-après « la MRC »). Les ouvrages de captage ont été forés et aménagés sur une partie du lot 36 du rang V du cadastre du Canton de Bégin (lot rénové no.6093087) à environ 1800 m au nord-ouest du centre de masse de Bégin.

La municipalité est propriétaire du lot no.6093087 qui occupe une superficie totale de 3934,9 m², tel que présenté sur les figures 2 et 3 de l'annexe 2. De forme quasi rectangulaire, le terrain municipal borde le chemin du rang 5 en direction sud. Pour permettre la réalisation du projet municipal au moment de la construction du puits P-1, une décision favorable à une utilisation autre qu'agricole de cette partie du territoire a été rendue par la Commission de la Protection du Territoire Agricole du Québec (ci-après « CPTAQ ») le 27 février 2003. En complément à la décision no.328526 de la CPTAQ, un avis juridique a été produit le 13 août 2009 dans le cadre du projet de construction de l'ouvrage P-2. La décision ainsi que l'avis juridique de la CPTAQ sont insérés à l'annexe 3.

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 4.

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	X0009566	48,6937910872	-71,3629118064
P-2		48,6937720630	-71,3631613720

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 dans le rapport hydrogéologique de la firme « Experts-Conseils Hydrogéolo-Sol inc. » (dossier HS-98310-01, novembre 2002), lequel avait été rédigé par le soussigné. Cet ouvrage a été construit suite à la réalisation d'une recherche en eau souterraine sur le territoire municipal.

Tel qu'illustré sur les planches 1 et 2 de l'annexe 5, le puits de production P-1 est confiné à l'intérieur d'un bâtiment qui occupe une superficie de $6,3 \text{ m}^2$ ($2,5 \times 2,5 \text{ m}$) au sein de l'aire clôturée. Les murs extérieurs sont composés d'un revêtement en fibre de bois de type « CanExel », alors que les murs intérieurs sont constitués de feuilles en tôle. 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. Le plancher du bâtiment qui ceinture l'ouvrage P-1 n'est pas traversé 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 bâtisse. 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. Un couvercle étanche en acier inoxydable est boulonné directement sur le tubage en acier de 203 mm de diamètre afin de limiter l'intrusion de matières indésirables dans l'ouvrage de captage.

En référence aux caractéristiques techniques présentées dans le tableau 2 ci-après ainsi que sur la fiche descriptive insérée à l'annexe 4, le puits P-1 est un ouvrage monotubé de type filtrant en développement naturel qui possède un diamètre de 203 mm et une profondeur de 38,32 m par rapport à la surface du sol. Ce puits de production a été construit en enfonçant par percussion un tubage en acier de 203 mm de diamètre muni d'un sabot à son extrémité pour traverser les dépôts meubles à l'aide d'une foreuse à câbles. Le forage a intercepté la séquence stratigraphique décrite ci-après, laquelle est aussi illustrée sur la fiche descriptive de l'annexe 4:

0,00 - 1,74 m:	remblai granulaire brun (sable et gravier, un peu de cailloux, traces de blocs et silt)
1,74 - 8,45 m:	argile silteuse grise
8,45 - 14,85 m:	sable fin à moyen brun, un peu de gravier, traces de cailloux et silt
14,85 - 22,77 m:	sable et gravier brun, un peu de cailloux, traces de silt
22,77 - 24,30 m:	sable fin à moyen brun, traces de silt
24,30 - 27,04 m:	sable et gravier brun, traces de cailloux et silt
27,04 - 31,31 m:	sable fin à grossier brun, un peu de gravier, traces de silt
31,31 - 33,13 m:	sable et gravier brun, traces de silt
33,13 - 35,88 m:	sable fin à grossier graveleux brun, traces de silt
35,88 - 38,32 m:	sable et gravier brun, traces de silt

Tableau 2. Caractéristiques et propriétés du puits P-1

Éléments	Caractéristiques et propriétés
Année de construction	2002
Type de nappe aquifère	Nappe captive
Media de l'aquifère	Sable et gravier
Type de puits filtrant	Monotubé en développement naturel
Diamètre intérieur du tubage en acier	203,2 mm
Diamètre de la crépine Johnson télescopique « Hi-Flow » en acier inoxydable 304	190,5 mm
Longueur de la crépine	5,48 m
Ouvertures de la crépine no.50	1,27 mm
Profondeur de la crépine	32,84 à 38,32 m
Rendement optimal et sécuritaire de la crépine pour une vitesse d'entrée égale ou inférieure à 3 cm/s	1941 m ³ /d (356 GUSPM)
Profondeur du niveau statique de l'eau souterraine par rapport au sol le 2 novembre 2009	3,381 m
Capacité spécifique originale en 2002	790 m ³ /d/m (145 GUSPM/m)
Débit d'exploitation du puits recommandé en 2002	1941 m ³ /d (356 GUSPM)

L'ouvrage de production P-1 extrait de l'eau souterraine d'une formation aquifère granulaire composée de sable et gravier d'origine fluvioglaciale, laquelle est comprise entre 8,45 et 38,32 m de profondeur. L'épaisseur totale du dépôt granulaire est inconnue en raison de la profondeur limitée du forage. De fortes remontées de sédiments ont été notées en cours de forage en raison des pressions hydrauliques ascendantes. En vertu des résultats de la recherche en eau souterraine, ce dépôt granulaire constitue le seul aquifère contenant de l'eau douce qui peut être exploité de manière économique sur le territoire de Bégin. La nappe de type « captif » se retrouve à une profondeur de 3,381 m sous une condition statique le 2 novembre 2009. L'aquifère granulaire est naturellement bien protégée par la couche d'argile silteuse considérée comme peu perméable, laquelle agit comme une barrière hydraulique naturelle face à la migration potentielle de contaminants provenant de la surface. L'eau souterraine qui émerge du forage est limpide, froide et douce en plus de ne dégager aucune odeur particulière.

Suite à l'extraction des débris de forage à l'intérieur du tubage en acier au moyen d'une pompe à sable, une crépine télescopique en acier inoxydable 304 no.50 de marque « Johnson HI-Q » a été soudée à un tubage d'accouplement en acier de 890 mm de longueur. Des manchons en caoutchouc ceinturent la partie supérieure du tubage d'accouplement placé entre 31,95 et 32,84 m de profondeur. La crépine installée entre 32,84 et 38,32 m de profondeur possède un diamètre extérieur de 190,5 mm, une longueur de 5,48 m et des ouvertures de 1,27 mm. Pour dégager la crépine et permettre à l'eau souterraine de pénétrer dans le puits, le tubage en acier de 203 mm de diamètre et de 33,44 m de longueur a été remonté jusqu'à une profondeur de 32,75 m en laissant une margelle de 686 mm au-dessus de la surface du remblai granulaire.

La crépine du puits P-1 a été développée en appliquant simultanément la technique du pistonnage et de l'injection d'air comprimé. Le développement a permis d'extraire les débris de forage et les particules fines ainsi que d'atteindre la capacité optimale d'exploitation du nouvel ouvrage de captage. En cours de développement, le sable accumulé au fond de la crépine était retiré en injectant de l'air comprimé après avoir mesuré son épaisseur. L'obtention d'une hauteur de sable de moins en moins importante indique que le développement progresse normalement et que le rendement de l'ouvrage s'accroît ou se stabilise. Le développement du puits s'est poursuivi jusqu'à l'obtention d'une eau claire exempte de particules et la quasi absence d'accumulations de sable au fond de la crépine. Au terme du développement, un débit de plus de 1635 m³/d (1135 L/min ou 300 GUSPM) a été évalué à partir d'un essai de capacité spécifique préliminaire. Une solution chlorée a été injectée directement dans l'ouvrage en guise de désinfection.

Telle que sélectionnée et conçue en fonction des conditions de terrain, la crépine du puits P-1 est en mesure de laisser pénétrer un débit théorique de 1941 m³/d (1347 L/min ou 356 GUSPM) en décharge libre, en supposant que seulement 50% de sa surface ouverte contribue au passage de l'eau souterraine. Sous une condition de pompage individuelle, la capacité spécifique originale de l'ouvrage P-1 a été évaluée à 790 m³/d (549 L/min ou 145 GUSPM) par mètre de rabattement en 2002.

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 dans le rapport hydrogéologique produit par notre firme (dossier ATE-09064-01, février 2010). Cet ouvrage a été foré et construit sous la coordination du soussigné en 2009 dans le but de sécuriser l'approvisionnement en eau potable advenant le dysfonctionnement du puits P-1. Tel qu'illustré sur la figure 3 de l'annexe 2 ainsi que sur les planches 1 et 3 de l'annexe 5, le puits de production P-2 est localisé à 10,70 m au nord-ouest de l'ouvrage P-1. Aucun bâtiment n'a été bâti à l'emplacement du puits P-2. Toutefois, trois sentinelles en acier d'environ 1220 mm de hauteur sont solidement ancrées dans le sol devant l'ouvrage afin de le protéger face au passage sporadique de véhicules à moteur. Le matériau granulaire qui ceinture le puits limite la convergence et l'accumulation des eaux de ruissellement autour de l'ouvrage.

En référence aux caractéristiques techniques présentées dans le tableau 3 ci-après ainsi que sur la fiche descriptive insérée à l'annexe 4, le puits P-2 est un ouvrage monotubé de type filtrant en développement naturel qui possède un diamètre de 203 mm et une profondeur de 27,76 m par rapport à la surface du sol. Ce puits de production a été construit en enfonçant par percussion un tubage en acier de 203 mm de diamètre muni d'un sabot à son extrémité pour traverser les dépôts meubles à l'aide d'une foreuse à câbles. Le forage a intercepté la séquence stratigraphique décrite ci-après, laquelle est aussi illustrée sur la fiche descriptive de l'annexe 4:

0,00 - 1,14 m:	remblai granulaire brun (sable et gravier, un peu de cailloux, traces de blocs et silt)
1,14 - 1,75 m:	terre végétale brune
1,75 - 20,42 m:	argile silteuse grise
20,42 - 21,33 m:	gravier et sable brun, traces de cailloux et silt
21,33 - 23,47 m:	sable et gravier brun, traces de cailloux et silt
23,47 - 24,99 m:	sable graveleux brun, traces de silt
24,99 - 26,52 m:	sable et gravier brun, traces de cailloux et silt
26,52 - 27,74 m:	sable graveleux brun, traces de silt
27,74 - 28,95 m:	sable fin à grossier brun, traces de gravier et silt
28,95 - 35,05 m:	sable fin à moyen brun, traces de gravier et silt
35,05 - 37,18 m:	sable fin à grossier brun-grisâtre, traces de gravier et silt
37,18 - 39,62 m:	sable graveleux brun-grisâtre, traces de silt
39,62 - 41,87 m:	sable et gravier brun-grisâtre, traces de cailloux et silt

Tableau 3. Caractéristiques et propriétés du puits P-2

Éléments	Caractéristiques et propriétés
Année de construction	2009
Type de nappe aquifère	Nappe captive
Media de l'aquifère	Sable et gravier
Type de puits filtrant	Monotubé en développement naturel
Diamètre intérieur du tubage en acier	203,2 mm
Diamètre de la crépine Johnson télescopique « Hi-Flow » en acier inoxydable 304	190,5 mm
Longueur de la crépine	5,57 m
Ouvertures de la crépine no.50	1,27 mm
Profondeur de la crépine	22,19 à 27,76 m
Rendement optimal et sécuritaire de la crépine pour une vitesse d'entrée égale ou inférieure à 3 cm/s	1973 m ³ /d (362 GUSPM)
Profondeur du niveau statique de l'eau souterraine par rapport au sol le 2 novembre 2009	3,324 m
Capacité spécifique originale en 2009	567 m ³ /d/m (104 GUSPM/m)
Débit d'exploitation du puits recommandé en 2009	1973 m ³ /d (362 GUSPM)
Débit maximal d'exploitation de la formation aquifère recommandé en 2009	2578 m ³ /d (473 GUSPM)

L'ouvrage de production P-2 extrait de l'eau souterraine d'une formation aquifère granulaire composée de sable et gravier d'origine fluvioglaciale, laquelle est comprise entre 20,42 et 41,87 m de profondeur. L'épaisseur totale du dépôt granulaire est inconnue en raison de la profondeur limitée du forage. De fortes remontées de sédiments ont été notées en cours de forage en raison des pressions hydrauliques ascendantes. Ce dépôt granulaire constitue le seul aquifère contenant de l'eau douce qui peut être exploité de manière économique sur le territoire de Bégin. La nappe de type « captif » se retrouve à une profondeur de 3,324 m sous une condition statique le 2 novembre 2009. L'aquifère granulaire est naturellement bien protégée par la couche d'argile silteuse considérée comme peu perméable, laquelle agit comme une barrière hydraulique naturelle face à la migration potentielle de contaminants provenant de la surface. L'eau souterraine qui émerge du forage est limpide, froide et douce en plus de ne dégager aucune odeur particulière.

Suite à l'extraction des débris de forage à l'intérieur du tubage en acier au moyen d'une pompe à sable jusqu'à une profondeur de 41,87 m, la crépine a d'abord été positionnée à la base du forage puis le tubage en acier a partiellement été retiré pour laisser entrer l'eau souterraine dans l'ouvrage. Un essai de pompage de courte durée réalisé au moyen d'une pompe mécanique a permis de soutirer un échantillon d'eau souterraine pour l'analyse du fer total. Les résultats analytiques ont démontré que l'eau souterraine puisée de l'ouvrage P-2 contenait une concentration de 0,60 mg/L de fer total, alors que cet élément n'était pas détectable dans l'eau provenant du puits P-1.

Considérant les résultats analytiques, la crépine a été repositionnée entre 22,19 et 27,76 m de profondeur en accord avec les intervenants municipaux. La crépine possède un diamètre extérieur de 190,5 mm, une longueur de 5,48 m et des ouvertures de 1,27 mm. La crépine télescopique en acier inoxydable 304 no.50 de marque « Johnson HI-Q » a été soudée à un tubage d'accouplement en acier de 1120 m de longueur. Des manchons en caoutchouc ceinturent la partie supérieure du tubage d'accouplement placé entre 21,07 et 22,19 m de profondeur. Pour dégager la crépine et permettre à l'eau souterraine de pénétrer dans le puits, le tubage en acier de 203 mm de diamètre et de 23,85 m de longueur a été remonté jusqu'à une profondeur de 23,18 m en laissant une margelle de 666 mm au-dessus de la surface du remblai granulaire.

La crépine du puits P-2 a été développée en appliquant simultanément la technique du pistonnage et de l'injection d'air comprimé. Le développement a permis d'extraire les débris de forage et les particules fines ainsi que d'atteindre la capacité optimale d'exploitation du nouvel ouvrage de captage. En cours de développement, le sable accumulé au fond de la crépine était retiré en injectant de l'air comprimé après avoir mesuré son épaisseur. L'obtention d'une hauteur de sable de moins en moins importante indique que le développement progresse normalement et que le rendement de l'ouvrage s'accroît ou se stabilise. Le développement du puits s'est poursuivi jusqu'à l'obtention d'une eau claire exempte de particules et la quasi absence d'accumulations de sable au fond de la crépine. Au terme du développement, un débit de plus de 1635 m³/d (1135 L/min ou 300 GUSPM) a été évalué à partir d'un essai de capacité spécifique préliminaire. Une solution chlorée a été injectée directement dans l'ouvrage en guise de désinfection.

Telle que sélectionnée et conçue en fonction des conditions de terrain, la crépine du puits P-2 est en mesure de laisser pénétrer un débit théorique de 1973 m³/d (1370 L/min ou 362 GUSPM) en décharge libre, en supposant que seulement 50% de sa surface ouverte contribue au passage de l'eau souterraine. En référence à la planche 4 de l'annexe 5, l'auscultation du puits P-2 avec une géocaméra submersible a permis de constater que toutes les composantes internes de l'ouvrage ne présentaient pas d'anomalies particulières après les travaux de forage et d'aménagement. Sous une condition de pompage individuelle, la capacité spécifique originale de l'ouvrage P-2 a été évaluée à 567 m³/d (393 L/min ou 104 GUSPM) par mètre de rabattement en 2009.

2.1.1.5 Débit de prélèvement autorisé

En référence aux documents insérés à l'annexe 6, les autorisations ministérielles indiquées dans le tableau 4 ci-après ont été délivrées le 13 juin 2003 pour le puits P-1, et le 16 avril 2010 en ce qui concerne l'ouvrage P-2.

Tableau 4. Autorisations ministérielles délivrées pour l'exploitation des puits de captage de Bégin

Puits	Autorisation ministérielle		Débit autorisé	
	Numéro	Date de délivrance	m ³ /d	GUSPM
P-1	7311-02-01-9461004 400090904	13 juin 2003	576	105
P-2	7319-02-01-9461001 400698590	16 avril 2010	576	105

2.1.2 Description de l'installation de production

Après avoir été prélevée par les puits de captage qui fonctionnent en alternance ou de façon simultanée, l'eau souterraine chemine à partir de chaque ouvrage à l'intérieur d'une conduite possédant un diamètre de 76 mm. L'eau est dirigée vers le poste de production localisé à proximité, et tout particulièrement dans le réservoir d'emmagasinement d'une capacité de 300 m³ (79251 GUS), en subissant successivement un ajustement à la hausse du pH par l'injection d'une solution aqueuse de carbonates de soude puis une désinfection préventive avec du chlore liquide 12%. La solution aqueuse de carbonates de soude emmagasinée dans un baril d'une capacité de 680 litres est injectée au moyen de deux pompes doseuses fonctionnant en alternance. La préparation de la solution aqueuse nécessite la consommation d'environ deux sacs de 25 kg de carbonates de soude sur une base hebdomadaire. Le chlore entreposé au sein d'un baril d'une capacité 200 litres est aussi injecté au moyen de deux pompes doseuses qui fonctionnent en alternance. Un total de l'ordre de dix litres de chlore 12% est consommé en moyenne sur une base hebdomadaire.

Tel que présenté sur la planche 5 de l'annexe 5, l'eau conditionnée et désinfectée est pompée du réservoir localisé sous le bâtiment à l'aide de deux pompes. L'eau chemine ensuite dans la conduite d'aqueduc souterraine possédant un diamètre de 203 mm de diamètre et une longueur de l'ordre de 1800 m afin d'alimenter les usagers en eau potable.

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 depuis 2002 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 évolué de manière significative depuis 2002;
- 2- les affectations du territoire au sein et en bordure des aires de protection définies antérieurement n'ont pas été modifiées depuis 2002;
- 3- les activités anthropiques inventoriées antérieurement sont pratiquement les mêmes depuis 2002;
- 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 4);
- 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 pour la première fois en 2002 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, et ce, en regard du niveau de vulnérabilité à la contamination de la nappe aquifère de type « captif »;
- 5- aucun évènement de contamination de l'eau brute n'est survenu depuis la mise en opération de chacun des puits de production successivement en 2003 et 2010;
- 6- le mode d'exploitation de la nappe aquifère est fixé de manière à soutirer un débit moyen journalier de 576 m^3 (576000 L ou 152163 GUS) pour remplir le réservoir selon des cycles « arrêt/départ » pour chacune des pompes submersibles.

Il est à noter que la configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée est déterminée à la fois pour les deux ouvrages de captage, puisque ces derniers sont sollicités pour soutirer un débit moyen pouvant atteindre un maximum de $576 \text{ m}^3/\text{d}$ (400 L/min ou 105 GUSPM), et ce, tel que spécifié à l'intérieur du libellé des autorisations ministérielles (annexe 6).

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 5.

Tableau 5. 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

L'aire de protection immédiate 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 réparation ou au remplacement de l'installation de captage ou des équipements accessoires. La finition de la surface du sol au sein de l'aire de protection immédiate doit empêcher la présence d'eau stagnante et prévenir le ruissellement d'eau en direction du lieu de captage.

En référence à la figure 3 de l'annexe 2 et aux planches 1 et 6 de l'annexe 5, une aire de protection immédiate ceinture les deux ouvrages de captage P-1 et P-2 ainsi que le poste de production d'eau potable. Cette aire de protection a été établie en fonction de la position du puits P-1 en regard de l'article 32 de la Loi sur la qualité de l'Environnement (L.R.Q., chapitre Q-2) du MELCC, lequel prévalait alors au moment de la délivrance de la première autorisation ministérielle le 13 juin 2003 (annexe 6). Ainsi, l'aire de protection immédiate possède une distance de 30 m autour de l'ouvrage P-1; ce qui correspond à une superficie de 3600 m² à l'intérieur de la propriété municipale.

L'aire de protection immédiate est délimitée physiquement par une clôture métallique possédant une hauteur de 1,82 m. La clôture qui est déployée selon une forme quasi carrée présente un bon état 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, quelques arbres et des arbustes empiètent sur certaines sections de la clôture.

En référence à la planche 7 de l'annexe 5, aucune affiche indiquant la présence d'une source d'approvisionnement en eau potable n'est apposée sur le seul accès constitué de deux portes battantes métalliques possédant une hauteur de 1,82 m. L'accès est cadenassé lorsque les responsables municipaux ne sont pas sur les lieux, tout comme les portes de chacun des deux bâtiments qui demeurent constamment barrées à clef. La finition de la surface du sol avec le remblai granulaire a été façonnée de manière à diriger les eaux de ruissellement vers l'extérieur des bâtiments et des puits de captage. 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).

À l'exception de l'article 55, la configuration de l'aire de protection immédiate en place répond aux dispositions réglementaires des articles 54, 56 et 96 du RPEP (MELCC, 2014). Il est à noter que l'envergure de l'aire de protection immédiate est réduite en-deçà d'un rayon de 30 m en direction ouest à partir du puits de captage P-2. En effet, il n'a pas été jugé nécessaire de modifier la configuration de l'aire de protection immédiate existante pour accommoder le puits P-2 au moment de la construction de cet ouvrage en 2009. Cette décision s'appuyait sur le fait que le dépôt superficiel de nature silto/argileuse agissait comme une barrière naturelle de protection efficace; ce qui permettait de répondre en totalité aux exigences de l'article 24 du Règlement sur le captage des eaux souterraines (ci-après « RCES ») du MELCC (2002). En pratique, une modification de l'aire de protection immédiate aurait rendu caduque la décision no.328526 de la CPTAQ (annexe 3), ce qui aurait entraîné des délais injustifiés et des déboursés inutiles sans améliorer d'aucune façon la protection de l'intégrité physique des puits de captage.

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 un 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 avait été délimitée autour de chaque puits de captage lors de l'édition des rapports hydrogéologiques en 2002 et 2010. Les informations à caractère hydrogéologique utilisées dans le cadre des études antérieures provenaient de sept forages stratigraphiques, dont cinq transformés en ouvrages hydrauliques.

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 2002 et 2010, 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:

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

où K: conductivité hydraulique moyenne (60,4 m/d);

i: gradient hydraulique horizontal régional (0,0058 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 (576 m³/d);

b: épaisseur saturée moyenne du milieu aquifère (29,8 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 576 m³/d (400 L/min ou 105 GUSPM), les aires de protection bactériologique (200 d) et virologique (550 d) possèdent une distance respective de 230 et 588 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 6 ci-après, alors que leurs limites respectives apparaissent sur la figure 4 de l'annexe 2.

Tableau 6. 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	576	105	230	588

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 déjà été déterminée lors de l'édition des rapports hydrogéologiques en 2002 et 2010. Les informations à caractère hydrogéologique utilisées dans le cadre des études antérieures provenaient de sept forages stratigraphiques, dont cinq transformés en ouvrages hydrauliques.

Considérant le 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. Dans le cadre des études antérieures, 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:

$$A = \frac{Q}{2\pi Kbi} \quad (\text{m}) \quad (2)$$

$$L = \frac{Q}{Kbi} \quad (\text{m}) \quad (3)$$

et

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

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 (0,0058 m/m);

K: conductivité hydraulique moyenne (60,4 m/d);

b: épaisseur saturée du milieu aquifère (29,8 m);

Q: débit de pompage (576 m³/d).

En regard des propriétés hydrogéologiques du milieu aquifère et d'un débit de pompage de $576 \text{ m}^3/\text{d}$ (400 L/min ou 105 GUSPM), 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 9, 55 et 27 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 1300 m jusqu'à la limite du sous-bassin hydrographique considérée comme une ligne de partage des eaux. La configuration de l'aire de protection éloignée est illustrée sur la figure 4 de l'annexe 2, alors que les distances sont inscrites dans le tableau 7 ci-après.

Tableau 7. 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	576	105	9	55	27	1300

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 8 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 8. 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 9 ci-après présente les indices DRASTIC en fonction du niveau de vulnérabilité en regard de la classification proposée par le MELCC (2014 & 2019).

Tableau 9. 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 municipaux a déjà fait l'objet d'une évaluation au moyen de la méthode DRASTIC au moment de l'édition des rapports hydrogéologiques antérieurs en 2002 et 2010. Les valeurs des indices DRASTIC calculées sur l'ensemble des aires d'alimentation 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. En regard des dispositions réglementaires en vigueur dans le RPEP (MELCC, 2014), le niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines doit être évalué par un professionnel pour chaque aire de protection d'un prélèvement d'eau de catégorie 1, et ce, sur la base des procédures décrites au préalable à la section 2.2.2.2 de ce rapport.

Dans le cadre du présent mandat, le calcul des indices DRASTIC est révisé en validant les cotes attribuées antérieurement. Le SIH du MELCC (2021) a été consulté en vue d'obtenir des renseignements complémentaires à partir des puits privés qui auraient été aménagés sur le territoire municipal. Des informations d'ordre hydrostratigraphique proviennent de l'étude du CERM-PACES (2013). Enfin, une visite du territoire recoupé par les aires de protection jumelée à l'étude de la cartographie géologique permettent d'identifier certains éléments pertinents pouvant avoir un impact sur les indices DRASTIC.

Les indices DRASTIC sont évalués pour la formation granulaire composée de sable et gravier au sein de laquelle circule la nappe captive dans le secteur des ouvrages hydrauliques. Compte tenu du contexte hydrostratigraphique local et du comportement de la nappe sous des conditions dynamiques, l'unité hydrogéologique granulaire constitue la formation aquifère à protéger à la hauteur des aires de protection des puits de captage. Les indices sont calculés en tenant compte du contexte géologique, de la topographie et de la géomorphologie des lieux ainsi que des propriétés hydrogéologiques du milieu aquifère granulaire.

En référence aux calculs détaillés présentés à l'annexe 7 et aux valeurs présentées dans le tableau 10 ci-après, la formation aquifère granulaire est caractérisée par un niveau de vulnérabilité à la contamination qualifié de « faible » à l'intérieur de toutes les aires de protection en rapport avec des indices DRASTIC qui varient de 72 à 97 (24 à 36%). L'épaisseur du dépôt silto/argileux superficiel, lequel a une influence directe sur la profondeur du toit de la formation aquifère granulaire, constitue le paramètre prépondérant face aux valeurs de l'indice DRASTIC.

Tableau 10. Niveau de vulnérabilité à la contamination de la formation aquifère donné par les indices DRASTIC au sein des aires de protection des puits de captage

Indice DRASTIC		Cote attribuée		
Paramètre	Poids	P-1, P-2 & B-3	B-1, B-2 & B-4	P-1, P-2, B-1, B-2, B-3, B-4, TF-3 & TF-4
D	5	P-2 & B-3: 3 P-1: 7	B-2: 2 B-1 & B-4: 3	B-2: 2 P-2, B-1, B-3 & B-4: 3 P-1: 7
R	4	1	1	9
A	3	6	6	4
S	2	1	1	9
T	1	9	9	10
I	5	1	1	4
C	3	8	8	2
Valeur indice DRASTIC		77 à 97	72 à 77	72 à 97
Niveau de vulnérabilité		Faible	Faible	Faible
Aire de protection		Immédiate	Intermédiaire	Éloignée

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 l'une des premières barrières 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 efficace 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 H. (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 Bégin, les solutions analytiques jumelées à des éléments cartographiques permettent d'évaluer avec confiance la configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée associées aux quatre ouvrages de captage. 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.

Les informations à caractère hydrogéologique obtenues par le biais de forages, 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 près d'une vingtaine d'années 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 la réalisation des études hydrogéologiques, 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.

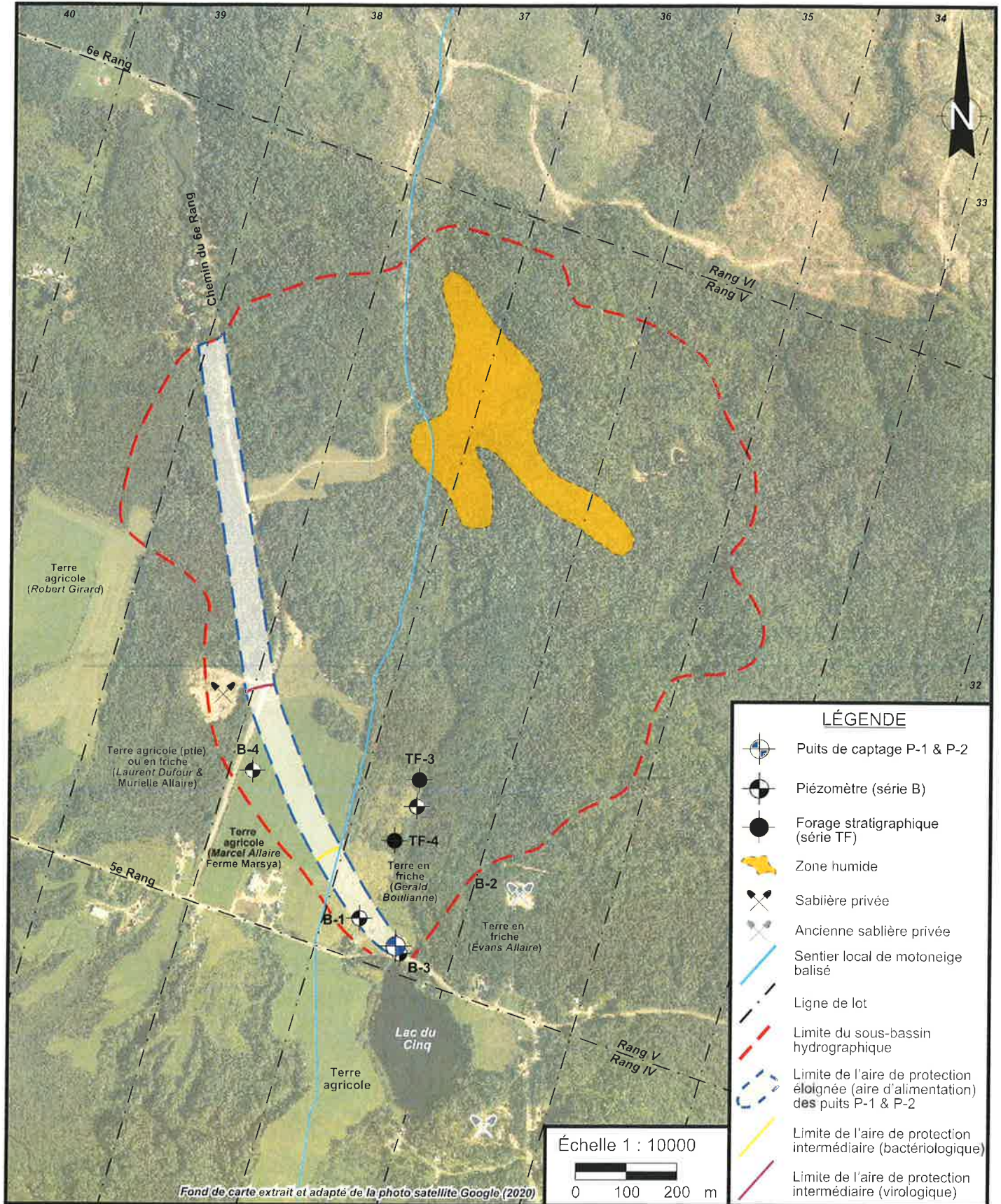


Figure 4. Configuration des aires de protection intermédiaire et éloignée des puits de captage P-1 et P-2 de la municipalité de Bégin

