

## 1.0 INTRODUCTION

En vertu du *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP), la municipalité de Saint-Théophile doit procéder à l'analyse de la vulnérabilité de ses sites de prélèvement de catégorie 1. Trois sites de prélèvement visés par le RPEP sont présents et exploités sur le territoire de Saint-Théophile. Ce sont des sites de prélèvement d'eau souterraine (puits) raccordés à une seule installation de production d'eau potable et un réseau de distribution (*Installation de distribution Saint-Théophile*).

Afin de répondre aux exigences du RPEP, le conseil municipal de Saint-Théophile a mandaté Groupe Akifer inc. (Akifer) pour procéder à l'analyse de la vulnérabilité de ses sites de prélèvement de catégorie 1. Selon l'article 68 du RPEP, le rapport d'analyse de la vulnérabilité des puits doit contenir les éléments suivants :

1. La localisation du site de prélèvement et une description de son aménagement;
2. Le plan de localisation des aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée;
3. Les niveaux de vulnérabilité des aires de protection évalués conformément à la méthode DRASTIC;
4. Au regard de l'aire de protection éloignée, les activités anthropiques, les affectations du territoire et les événements potentiels qui sont susceptibles d'affecter la qualité et la quantité des eaux exploitées par le prélèvement;
5. Une évaluation des menaces que représentent les activités anthropiques et les événements potentiels répertoriés en vertu de l'item 4;
6. Une identification des causes pouvant expliquer ce qui affecte ou a affecté la qualité et la quantité des eaux souterraines exploitées par le prélèvement, en fonction de l'interprétation des données disponibles, notamment celles obtenues dans le cadre des suivis de la qualité des eaux brutes et distribuées, exigés en vertu du Règlement sur la qualité de l'eau potable (chapitre Q-2, R-40).

Le présent rapport consigne l'ensemble des informations requises pour assurer la conformité des sites de prélèvement d'eau souterraine de la municipalité de Saint-Théophile avec le chapitre VI du RPEP, le tout conformément au *Guide de réalisation des analyses de la vulnérabilité des sources destinées à l'alimentation en eau potable au Québec* (Guide) produit par le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC).

Il est à noter que la démarche d'analyse de la vulnérabilité relative aux eaux souterraines a été amorcée dans le cadre de l'application du *Règlement sur le captage des eaux souterraines* (RCES) adopté en 2002. Ce règlement prescrivait déjà que des aires de protection soient délimitées et que leur vulnérabilité soit évaluée par l'application de la méthode DRASTIC. Il exigeait aussi le recensement des activités et des ouvrages pouvant affecter la qualité microbiologique de l'eau. Le RPEP, entré en vigueur en 2014, a notamment été mis en œuvre pour renforcer la protection des sources destinées à l'alimentation en eau potable en encadrant diverses activités humaines dont l'exercice est susceptible d'affecter la qualité des eaux exploitées.

Les informations contenues dans ce rapport sont soumises à la portée et aux limitations décrites à l'annexe 2 du présent document.

## 2.0 CARACTÉRISATION DU PRÉLÈVEMENT D'EAU

La municipalité de Saint-Théophile est située à 144 kilomètres au sud-est de la ville de Québec. Elle est bordée par les municipalités de Saint-Côme-Linière au nord, de Saint-Gédéon-de-Beauce à l'ouest, de Saint-Robert-Bellarmin au sud-ouest et de Saint-Zacharie au nord-est et par les paroisses de Saint-René et Saint-Martin au nord-ouest, puis par la frontière avec les États-Unis à l'est et au sud. Le territoire municipal de Saint-Théophile, d'une superficie de 436 km<sup>2</sup>, fait partie de la MRC de Beauce-Sartigan, dans la région administrative de Chaudière-Appalaches. La population compte 703 habitants.

La municipalité de Saint-Théophile est située dans la province géologique des Appalaches. Le sous-sol de la région est formé de roches d'âge Siluro-Dévonien et d'origine sédimentaire, tels que des wackes mudrock, grès, calcaires et conglomérats du groupe de Saint-Francis. Ce type de roche est caractérisé par une faible porosité primaire ne se prêtant pas au captage d'eau souterraine en grande quantité, à moins qu'il se soit développé une porosité secondaire dite de fracture.

Les dépôts meubles de la région sont composés de sédiments glaciaires, fluvio-glaciaires et alluvionnaires. Dans le secteur des sites de prélèvement, on retrouve principalement des formations de tills. De petits îlots de sédiments fluvio-glaciaires et alluvionnaires sont également présents au nord du puits Village et à l'ouest du puits Garage. Le till n'offre généralement aucun potentiel du point de vue alimentation en eau souterraine. Cependant, il peut constituer une barrière hydraulique à la contamination provenant de la surface.

### 2.1 Description des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable

Trois sites de prélèvement d'eau souterraine alimentent l'installation de production d'eau potable *Installation de production Saint-Théophile*. Ce sont trois puits tubulaires identifiés Puits Village, Puits Garage et Puits Marlow. Le puits Village est situé au nord-ouest de l'intersection des rues Principales et Saint-François. Le puits Garage est localisé à environ 725 mètres au sud-ouest du puits Village, à proximité du garage municipal. Finalement, le puits Marlow est situé dans le rang Marlow, à environ 850 mètres au sud-est du puits Garage. La localisation des sites de prélèvement et de l'installation de production d'eau potable est montrée à la figure 1 de l'annexe 1.

#### 2.1.1 Description des sites de prélèvement

L'aquifère qui alimente les trois puits municipaux est une nappe captive localisée dans le socle rocheux fracturé. Les tableaux 1 à 3 de la page suivante décrivent les principaux éléments reliés aux sites de prélèvement. Les coordonnées géographiques colligées dans ces tableaux ont été obtenues à partir du logiciel Google Earth à la suite de la visite des installations effectuée le 22 juin 2020 par monsieur Stéphane Lambert, président d'Akifer.

**Tableau 1 - Description du site de prélèvement X0010021-5 (Puits Village)**

Élément	Description
Nom SP	St-Théophile - Puits village
Nom usuel	Puits Village
Numéro SP	X0010021-5
Localisation	421, rue Paquet, Saint-Théophile
Coordonnées géographiques	Latitude : 45,937019 Longitude : -70,489785
Type d'usage	Site utilisé en permanence
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	92,35 mètres
Type de milieu	Roc fracturé
Débit de prélèvement autorisé	82 m <sup>3</sup> /jour
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7311-12-01-23180-10/400141891 (voir certificat d'autorisation annexe 2)
Schéma (vue en coupe)	Voir annexe 3 (plan projet 4840-01, GLD janvier 2004)

**Tableau 2 - Description du site de prélèvement X0010021-6 (Puits Garage)**

Élément	Description
Nom SP	St-Théophile - Puits garage
Nom usuel	Puits Garage
Numéro SP	X0010021-6
Localisation	485, rue Principale, Saint-Théophile
Coordonnées géographiques	Latitude : 45,934207 Longitude : -70,498094
Type d'usage	Site utilisé en permanence
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	45,72mètres
Type de milieu	Roc fracturé
Débit de prélèvement autorisé	272 m <sup>3</sup> /jour
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7311-12-01-23180-10/400141891 (voir certificat d'autorisation annexe 2)
Schéma (vue en coupe)	Voir annexe 3 (schémas Les ConsultantsHGE et MissionHGE)

**Tableau 3 - Description du site de prélèvement X0010021-7 (Puits Marlow)**

Élément	Description
Nom SP	Puits Marlow
Nom usuel	Puits Marlow
Numéro SP	X0010021-7
Localisation	445, rang Marlow, Saint-Théophile

Élément	Description
Coordonnées géographiques	Latitude : 45,926711 Longitude : -70,494286
Type d'usage	Site utilisé en permanence
Type de prélèvement	Puits tubulaire
Profondeur du prélèvement	121,92 mètres
Type de milieu	Roc fracturé
Débit de prélèvement autorisé	81,8 m <sup>3</sup> /jour
Numéro de la plus récente autorisation de prélèvement délivrée par le Ministère	7311-12-01-23180-15/401000573 (voir certificat d'autorisation à l'annexe 2)
Schéma (vue en coupe)	Voir annexe 3 (schéma Les puits Adrien Gaudreau)

D'après les rapports et études consultés, le puits Village aurait été construit avant les années 2000 et a été réaménagé en 2004. Il s'agit d'un puits tubulaire de 200 millimètres de diamètre par 92,35 mètres de profondeur. Le puits qui ne possède pas de collerette contre l'infiltration des eaux de surface est localisé à l'intérieur d'un petit bâtiment de pompage sur la rue Paquet. La longueur du tubage d'acier de 200 millimètres de diamètre n'est pas indiquée sur le plan de réaménagement du puits, qui montre cependant la position des principales fractures productives à 27 mètres de profondeur sous le sommet du tubage.

Le puits Garage a été construit en octobre 2002. Il a un diamètre de 15,24 centimètres et une profondeur totale de 45,12 mètres. Un tubage en acier de même diamètre a été installé jusqu'à une profondeur de 15,19 mètres par rapport à la surface du sol. Une collerette de protection de 25,40 centimètres par 6,22 mètres de profondeur a été mise en place dans la partie supérieure du puits. En raison des parois instables du forage, un tubage protecteur de 12 centimètres de diamètre en CPV perforé a été installé entre 11,95 et 42,45 mètres.

Le puits Marlow a été construit en mai 2011. Il s'agit d'un puits tubulaire de 150 millimètres de diamètre par 121,92 mètres de profondeur. Le puits possède un tubage en acier de 8,22 mètres de longueur et une collerette de protection en ciment-bentonite dans sa partie supérieure.

Outre les puits d'exploitation, un piézomètre, identifié ST-4, est présent au site du puits Garage.

Une visite des sites de prélèvement d'eau a été effectuée le 22 juin 2020 par monsieur Stéphane Lambert, président d'Akifer, en compagnie de monsieur Robert Lessard, employé de la municipalité de Saint-Théophile. Selon les observations faites lors de cette visite, les sites de prélèvement et les installations de production sont en bon état et bien entretenus. Les aires de protection immédiate des puits sont protégées, clôturées et des pancartes indiquant la présence d'un ouvrage de captage d'eau souterraine sont présentes sur les clôtures. Les trois puits sont munis d'un compteur. Des photos des installations datant du 22 juin 2020 sont présentées à l'annexe 5.

## 2.1.2 Description de l'installation de production d'eau potable

L'eau provenant des puits Village, Marlow et Garage est acheminée vers le poste de chloration situé près du garage municipal. Après la chloration, l'eau est pompée dans le réservoir du rang Marlow pour ensuite être distribuée par gravité dans le réseau d'aqueduc.

Le tableau 4 présente les principaux éléments reliés à la station de production d'eau potable.

**Tableau 4 - Description de l'installation de production d'eau potable**

Élément	Description
Nom	Installation de production Saint-Théophile
Numéro	X0010021
Localisation	487, rue Principale, Saint-Théophile
Population alimentée par l'installation	515 personnes ( <a href="http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp">http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/distribution/resultats.asp</a> )
Provenance de l'eau	Souterraine
Sites de prélèvement reliés à cette installation	Puits Village (X0010021-5) Puits Garage (X0010021-6) Puits Marlow (X0010021-7)

## 2.2 Aires de protection des sites de prélèvement

Selon le RPEP, des aires de protection doivent être délimitées par un professionnel pour les prélèvements d'eau souterraine destinés à la consommation humaine afin notamment d'évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine et d'encadrer l'exécution de certaines activités pouvant affecter sa qualité.

Pour les prélèvements d'eau de catégorie 1, le RPEP définit quatre aires de protection, soit :

- L'aire de protection immédiate;
- L'aire de protection intermédiaire bactériologique;
- L'aire de protection intermédiaire virologique;
- L'aire de protection éloignée, qui correspond à l'aire d'alimentation du prélèvement.

L'aire de protection immédiate est définie par un rayon fixe de 30 mètres autour du site de prélèvement alors que les limites des aires de protection intermédiaire et éloignée doivent être délimitées à l'aide des données recueillies dans un minimum de trois puits d'observation aménagés au sein de l'aquifère exploité. L'aire de protection intermédiaire correspond au temps de migration de l'eau souterraine de 200 jours pour la protection bactériologique et de 550 jours pour la protection virologique. L'aire de protection éloignée, ou aire d'alimentation, correspond à la superficie sur laquelle l'eau souterraine qui s'y

infiltrer aboutira au point de captage. Elle a théoriquement la forme d'une parabole ouverte du côté amont et s'étend jusqu'à la ligne de partage des eaux. Elle est évaluée en utilisant le débit moyen journalier calculé sur une période de 90 jours consécutifs pendant laquelle le volume exploité est maximal.

Les aires de protection des trois puits exploités de la municipalité de Sainte-Théophile ont été déterminées selon les dispositions des articles 24 et 25 du RCES dans trois études antérieures<sup>123</sup> produites par Les Consultants HGE inc. et Mission HGE inc. en 2002, 2003 et 2011.

### 2.2.1. Aires de protection du puits Village

L'aire d'alimentation du puits Village (ou l'aire de protection éloignée) a été déterminée avec la méthode analytique de Todd pour la valeur de débit maximum permis sur une courte période de temps, soit 0,095 m<sup>3</sup>/min (136,8 m<sup>3</sup>/jour). La direction d'écoulement de l'eau souterraine et le gradient hydraulique ont été établis suite à la réalisation d'un levé de nivellement et de piézométrie réalisés à l'aide de deux puits privés situés sur les rues St-François et St-Léon en juin 2003. Les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été déterminées avec la méthode de Bear. Finalement, l'aire de protection immédiate a été délimitée dans un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le processus de validation des aires de protection du puits Village a permis de confirmer qu'elles ont été délimitées conformément aux prescriptions des articles 54, 57 et 65 du RPEP pour un prélèvement de catégorie 1. La méthode et les données utilisées sont adéquates et de qualité, sauf pour le débit utilisé qui est supérieur à la valeur déterminée à la suite de l'analyse des données de prélèvement disponibles des dernières années. Considérant que le débit extrait d'un ouvrage de captage a un impact direct sur l'étendue des aires de protection intermédiaire et éloignée, ces dernières ont été révisées, dans le cadre du présent mandat, uniquement pour le débit d'exploitation moyen déterminé sur une période de 90 jours consécutifs pendant laquelle le prélèvement a été maximal au cours des dernières années. Sur la base des données de production journalière du puits Village des années 2014 et 2017 à 2019, le débit moyen maximal a été de 0,066 m<sup>3</sup>/min (95 m<sup>3</sup>/jour).

L'aire de protection éloignée du puits Village a été recalculée avec la méthode de Todd pour un débit de 0,066 m<sup>3</sup>/min, ainsi que les valeurs de transmissivité de 0,010 m<sup>2</sup>/min et de gradient hydraulique de 0,016, déterminées lors du relevé piézométrique réalisé en juin 2003. Elle prend la forme d'une parabole ouverte vers le nord-ouest sur une largeur de 206 mètres à la hauteur du puits et de 413 mètres à la ligne de partage des eaux en amont. Le rayon d'appel de la parabole est de 66 mètres en aval du puits.

- 
1. Les Consultants HGE inc. *Recherche en eau souterraine – Rapport hydrogéologique*, HGE-02-2125, 4 décembre 2002.
  2. Les Consultants HGE inc., *Aire d'alimentation et de protection du puits Village - Municipalité de Sainte-Théophile*, Avis technique, HGE-03-2174, juillet 2003
  3. Mission HGE inc., *Essais de pompage au nouveau puits Marlow, Municipalité de Sainte-Théophile*, Rapport hydrogéologique, 11228-101, 19 août 2011

Les limites des aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été recalculées avec la méthode de Bear et la valeur de débit journalier moyen révisée. Outre les valeurs de gradient hydraulique et de transmissivité citées précédemment, les valeurs de porosité théorique de 0,10 et d'épaisseur saturée productive de 65 mètres (épaisseur entre la première fracture et la profondeur totale du puits), utilisées dans l'étude de 2003, ont été retenues. L'aire bactériologique, qui correspond à un temps de parcours des eaux souterraines de 200 jours, est de 35 mètres et l'aire virologique (parcours de l'eau souterraine de 550 jours) est de 64 mètres. Ces aires de protection sont confinées aux distances correspondantes en amont du puits et à l'intérieur des limites de l'aire d'alimentation.

L'aire de protection immédiate du puits Village correspond à un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le plan de localisation des aires de protection du puits Village de la municipalité de Saint-Théophile est illustré sur la figure 2 de l'annexe 1, tandis que les détails des calculs sont présentés à l'annexe 6.

## 2.2.2 Aires de protection du puits Garage

L'aire d'alimentation du puits Garage a été déterminée avec la méthode de Todd, pour un débit de  $0,227\text{m}^3/\text{min}$  ( $326,9\text{ m}^3/\text{jour}$ ). La direction d'écoulement de l'eau souterraine et le gradient hydraulique ont été établis suite à la réalisation d'un levé de nivellement et de piézométrie réalisés aux puits Marlow 1, 2 et 3 ainsi qu'au piézomètre ST-4, le 29 octobre 2002. Les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été déterminées avec la méthode de Bear. Finalement, l'aire de protection immédiate a été délimitée dans un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le processus de validation des aires de protection du puits Garage a permis de confirmer qu'elles ont été délimitées conformément aux prescriptions des articles 54, 57 et 65 du RPEP pour un prélèvement de catégorie 1. La méthode et les données utilisées sont adéquates et de qualité, sauf pour le débit utilisé qui est supérieur à la valeur déterminée à la suite de l'analyse des données de prélèvement disponibles des dernières années. Considérant que le débit extrait d'un ouvrage de captage a un impact direct sur l'étendue des aires de protection intermédiaire et éloignée, ces dernières ont été révisées, dans le cadre du présent mandat, uniquement pour le débit d'exploitation moyen déterminé sur une période de 90 jours consécutifs pendant laquelle le prélèvement a été maximal au cours des dernières années. Sur la base des données de production du puits Garage des années 2014 et 2017 à 2019, le débit moyen maximal a été de  $0,055\text{ m}^3/\text{min}$  ( $79\text{ m}^3/\text{jour}$ ).

L'aire de protection éloignée du puits Garage a été recalculée avec la méthode de Todd pour un débit de  $0,055\text{ m}^3/\text{min}$ , ainsi que les valeurs de transmissivité de  $0,0080\text{ m}^2/\text{min}$  et de gradient hydraulique de  $0,032$ , déterminées lors du relevé piézométrique réalisé en octobre 2002. Elle prend la forme d'une parabole ouverte vers le nord-ouest sur une largeur de 106 mètres au droit du puits et de 213 mètres à la ligne de partage des eaux en amont. Le rayon d'appel de la parabole est de 34 mètres en aval du puits.

Les limites des aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été recalculées avec la méthode de Bear et la valeur de débit journalier moyen révisée. Outre les valeurs de gradient hydraulique et de transmissivité citées précédemment, les valeurs de porosité théorique de 0,10 et d'épaisseur saturée productive de 15 mètres ont été retenues. L'aire bactériologique, qui correspond à un temps de parcours des eaux souterraines de 200 jours, est de 95 mètres et l'aire virologique (parcours de l'eau souterraine de 550 jours) est de 202 mètres. Ces aires de protection sont confinées aux distances correspondantes en amont du puits et à l'intérieur des limites de l'aire d'alimentation.

L'aire de protection immédiate du puits Garage correspond à un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le plan de localisation des aires de protection d du puits Village de la municipalité de Saint-Théophile est illustré sur la figure 2 de l'annexe 1, tandis que les détails des calculs sont présentés à l'annexe 6.

### 2.2.3 Aires de protection du puits Marlow

L'aire d'alimentation du puits Marlow a été déterminée avec la méthode de Todd, pour un débit de  $0,0568 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $81,8 \text{ m}^3/\text{jour}$ ). La direction d'écoulement de l'eau souterraine et le gradient hydraulique ont été établis suite à la réalisation d'un levé de nivellement et de piézométrie réalisé aux puits Marlow et Garage ainsi qu'à deux puits privés localisés au 358 du Rang 6 et 501 du rang Marlow. Les aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été déterminées avec la méthode de Bear. Finalement, l'aire de protection immédiate a été délimitée dans un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le processus de validation des aires d'alimentation et de protection du puits Marlow a permis de confirmer qu'elles ont été délimitées conformément aux prescriptions des articles 54, 57 et 65 du RPEP pour un prélèvement de catégorie 1. La méthode et les données utilisées sont adéquates et de qualité, sauf pour le débit utilisé qui est supérieur à la valeur déterminée à la suite de l'analyse des données de prélèvement disponibles des dernières années. Considérant que le débit extrait d'un ouvrage de captage a un impact direct sur l'étendue des aires de protection intermédiaire et éloignée, ces dernières ont été révisées, dans le cadre du présent mandat, uniquement pour le débit d'exploitation moyen déterminé sur une période de 90 jours consécutifs pendant laquelle le prélèvement a été maximal au cours des dernières années. Sur la base des données de production du puits Marlow des années 2014 et 2017 à 2019, le débit moyen maximal a été de  $0,037 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $53,3 \text{ m}^3/\text{jour}$ ).

L'aire d'alimentation du puits Marlow a été recalculée avec la méthode de Todd, pour un débit de  $0,037 \text{ m}^3/\text{min}$ , ainsi que les valeurs de transmissivité de  $0,0011 \text{ m}^2/\text{min}$  et de gradient hydraulique de  $0,026$ , déterminé lors du relevé piézométrique réalisé en juillet 2011. Elle prend la forme d'une parabole ouverte vers le nord-ouest sur une largeur de 647 mètres au droit du puits et de 1 294 mètres à la ligne de partage des eaux en amont. Le rayon d'appel de la parabole est de 206 mètres en aval du puits.

Les limites des aires de protection intermédiaire bactériologique et virologique ont été recalculées avec la méthode de Bear et la valeur de débit journalier moyen révisée. Outre les valeurs de gradient hydraulique et de transmissivité citées précédemment, les valeurs de porosité théorique de 0,01 et d'épaisseur saturée productive de 24,39 mètres ont été retenues. L'aire bactériologique, qui correspond à un temps de parcours des eaux souterraines de 200 jours, est de 141 mètres et l'aire virologique (parcours de l'eau souterraine de 550 jours) est de 262 mètres. Ces aires de protection sont confinées aux distances correspondantes en amont du puits et à l'intérieur des limites de l'aire d'alimentation.

L'aire de protection immédiate du puits Marlow correspond à un rayon de 30 mètres autour du puits.

Le plan de localisation des aires de protection du puits Marlow de la municipalité de Saint-Théophile est illustré sur la figure 2 de l'annexe 1, tandis que les détails des calculs sont présentés à l'annexe 6.

Il est à noter que la détermination des aires de protection d'un ouvrage de captage comporte toujours une part d'incertitude, puisqu'elle est basée sur des hypothèses et qu'elle est particulièrement sensible aux incertitudes des paramètres hydrogéologiques. Ainsi, les limites des aires de protection doivent être vues de façon probabiliste plutôt que de façon déterministe. Dans le cas de la municipalité de Saint-Théophile, les aires délimitées sont conservatrices et ces dernières nous semblent adéquates pour offrir une bonne protection aux ouvrages de captage utilisés pour desservir le réseau de distribution.

## 2.3 Niveaux de vulnérabilité des aires de protection

La vulnérabilité intrinsèque de l'eau souterraine se définit comme sa sensibilité à la contamination due à l'activité humaine. Pour l'évaluer, l'emploi de la méthode DRASTIC (Aller et al., 1987) est prescrit par le RPEP. Cette méthode permet d'évaluer la vulnérabilité de l'eau souterraine sur la base unique des cadres géologique et hydrogéologique. Elle fait abstraction de la nature des contaminants et des facteurs de risque reliés à des paramètres tels que l'importance de l'aquifère comme source d'eau à des fins utiles, la proximité des usagers, les activités pratiquées en surface, etc.

L'indice DRASTIC est basé sur sept paramètres dont les premières lettres forment l'acronyme DRASTIC : profondeur (depth) de la nappe (D), recharge annuelle (R), type d'aquifère (A), type de sol (S), topographie des lieux (T), impact de la zone vadose (I) et conductivité hydraulique de l'aquifère (C). Un poids est attribué à chacun des paramètres selon son influence. Le produit de ce poids par une cote dépendant des conditions locales constitue un indice partiel et la somme de ces indices forme l'indice DRASTIC.

La vulnérabilité de l'eau souterraine exploitée par les puits d'alimentation en eau de Saint-Théophile a été évaluée lors des études réalisées par Les Consultants HGE inc. et MissionHGE inc. entre 2002 et 2011. Les indices de vulnérabilité DRASTIC calculés étaient de niveau faible à moyen, avec des indices de 80 à 153. Ces valeurs avaient été obtenues à partir des caractéristiques et des travaux réalisés au niveau des puits et points d'observation mis en place.

Les indices de vulnérabilité ont été mis à jour en se basant sur les données des études réalisées pour la construction des puits, les données de l'étude PACES de Chaudière-Appalaches et les données SIH (Système d'information hydrogéologique). Les conductivités hydrauliques ont été supposées analogues à celles obtenues dans les études précédentes sur les différents ouvrages.

Les niveaux de vulnérabilité des aires de protection des différents ouvrages ont été compilés au tableau 5 ci-après, ainsi qu'à l'annexe 6, tandis que les détails de calcul de l'indice DRASTIC sont présentés à l'annexe 7.

**Tableau 5 - Niveau de vulnérabilité des aires de protection des puits Village, Garage et Marlow**

<b>Nom de l'aire de protection évaluée</b>	<b>Plage d'indices DRASTIC</b>	<b>Description de la répartition des indices DRASTIC obtenus</b>	<b>Niveau de vulnérabilité des eaux dans l'aire de protection évaluée</b>
<b>Puits Village</b>			
Immédiate	118	Puits Village	Moyen
Intermédiaire	118	Sur l'ensemble de l'aire	Moyen
Éloignée	118 - 129	118, sur l'ensemble de l'aire 129, secteur d'affleurements rocheux	Moyen
<b>Puits Garage</b>			
Immédiate	100	Puits PE-1, piézomètre ST-4	Faible
Intermédiaire	100	Sur l'ensemble de l'aire	Faible
Éloignée	90-129	90, sur l'ensemble de l'aire 129, secteur d'affleurements rocheux	Faible à moyen
<b>Puits Marlow</b>			
Immédiate	90	Puits Marlow	Faible
Intermédiaire	90	Sur l'ensemble de l'aire	Faible
Éloignée	90-119	90, sur l'ensemble de l'aire 119, secteurs d'affleurements rocheux	Faible à moyen

### 3.0 ÉLÉMENTS SUSCEPTIBLES D'AFPECTER LA QUALITÉ OU LA QUANTITÉ DES EAUX EXPLOITÉES

#### 3.1 Inventaire des activités anthropiques et évaluation des menaces qu'elles représentent

L'inventaire des activités anthropiques susceptibles d'affecter la qualité ou la quantité des eaux exploitées a été réalisé à l'aide des images satellitaires provenant de Google Earth et du logiciel QGIS. De nombreuses informations géolocalisées disponibles sur les bases de données de différentes sources, telles que GESTIM, SIGEOM, CPTAQ, Données Québec, Route Quad, FCMQ et les Ministères du Québec de l'énergie et des ressources renouvelables et de l'environnement et de la lutte contre les changements climatiques, ont été consultés. L'inventaire a aussi été complété lors de la visite sur le terrain par monsieur Stéphane Lambert, le 22 juin 2020.