

**Synthèse réalisée pour la Commission environnementale de
Stratégies Saint-Laurent :**

**La cartographie régionale de vulnérabilité des eaux
souterraines :
Un outil pertinent d'aide à la prise de décision en
matière d'aménagement du territoire.**

Par le groupe écologique CRIVERT

On fête ça!

Salaberry de Valleyfield, le 25 avril 2003

Depuis 1983

Table de matières

<u>Avant propos :</u>	2
<u>Résumé :</u>	3
<u>Introduction :</u>	4
<u>I – Mise en contexte :</u>	5
<u>II - Intérêt des cartes de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines :</u>	7
<u>III – Les méthodes existantes pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines :</u>	8
<u>IV – Les autres types de cartes hydrogéologiques :</u>	12
<u>V – Cueillette de données :</u>	13
<u>Conclusion :</u>	17
<u>Références :</u>	18
<u>Annexes :</u>	19

Avant propos

Crivert, un groupe écologique de la région du Suroît fondé en 1983 et co-fondateur du Comité ZIP du Haut Saint-Laurent, voulait connaître les outils pouvant servir à prendre des décisions éclairées pour la mise en place de futurs porcheries dans sa région.

Une recherche a donc été entreprise avec l'aide financière de la commission environnementale de Stratégies Saint-Laurent afin de faire l'état des lieux de la connaissance québécoise en matière de cartographie de la vulnérabilité des nappes souterraines. Le présent document fait la synthèse de la recherche.

La contribution allouée doit également permettre d'effectuer l'échantillonnage, de deux rivières situées en milieu agricole, d'avril 2003 à mars 2004 grâce à des prélèvements mensuels. Les données recueillies seront ensuite interprétées pour mieux discerner l'impact de l'activité agricole sur le Saint-Laurent.

Résumé

A l'heure où l'on découvre les vertus de l'environnement, la protection de la ressource en eau, et plus précisément de celle souterraine, apparaît être un objectif majeur que doivent intégrer les gestionnaires du territoire québécois dans les politiques locales de gestion et planification. Que ce soit dans les orientations gouvernementales relatives à la protection du territoire et des activités agricoles révisées en 2001 ou dans le nouveau règlement sur le captage des eaux souterraines, les préoccupations correspondantes à la connaissance, à la protection et à la sensibilité des ressources en eau souterraine semblent être mises en exergue.

La caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est un excellent outil de plus en plus développé et connu par les chercheurs en hydrogéologie. Une étude, menée par le Centre géoscientifique de Québec, sur les aquifères granulaires du piémont laurentien a permis de comparer 4 méthodes, DRASTIC, GOD, MINNESOTA, EVARISK, utilisant différents modes d'évaluation de la vulnérabilité. Il en résulte que « la méthode du MINNESOTA a tendance à sur-évaluer la vulnérabilité par rapport aux méthodes DRASTIC et GOD surtout dans les zones de sables et graviers. La méthode GOD ayant tendance à sous-évaluer la vulnérabilité par rapport à DRASTIC, GOD s'avère être la méthode la moins sécuritaire ou la plus réaliste et MINNESOTA la plus sécuritaire ou au contraire la moins réaliste, selon que l'on engendre une estimation justifiée ou superflue de la sensibilité »¹. La méthode EVARISK quant à elle, estime le degré de protection que procure le premier mètre de sol. L'étude indique que la « variabilité de protection des aquifères est difficile à percevoir » avec cette méthode.

Ces méthodes peuvent être utiles pour les Comités ZIP ainsi que pour leurs partenaires de façon à gérer et à protéger, de manière raisonnable et durable, les nappes phréatiques et le fleuve Saint-Laurent. Il est évident que les interrelations entre la dynamique hydrogéologique, hydrologique et fluviale sont telles que la protection des eaux souterraines est inévitablement un gage de qualité du Fleuve. Néanmoins, pour que la cartographie de vulnérabilité soit utilisée efficacement et pertinemment par les acteurs de la protection de l'environnement il est nécessaire qu'elle soit réalisée par des spécialistes susceptibles d'intégrer et de comprendre l'ensemble des finesses de cette science multidisciplinaire qu'est l'hydrogéologie

¹ Murat, V., Martel, R., Michaud, Y., Fagnan, N., Beaudoin, F., Therrien, R
2000: Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : Géologie et stratigraphie des formations superficielles. Commission géologique du Canada, Dossier public # 3664-d.

Introduction :

Actuellement, le Québec est soumis à de nombreuses contestations quant aux modes de production agricole. Elles semblent avoir de multiples effets négatifs sur l'environnement et sur l'harmonie sociale au sein des milieux ruraux. Etant conscients de la problématique actuelle et souhaitant savoir quels pourraient être les outils permettant à une Municipalité régionale de comté (MRC) ou à une municipalité de ***gérer et de protéger les ressources en eaux souterraines à l'échelle régionale***, nous avons cherché à savoir s'il existe des cartes de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines et quelle en est leur pertinence. De cette recherche de données, nous avons pu faire différents constats. Tout d'abord, le Centre géoscientifique de Québec a réalisé, pour le Ministère de l'Environnement du Québec (MEnv), une méthodologie intelligible pour la cartographie hydrogéologique et la gestion des données hydrogéologiques. Elle se base sur l'expérience acquise lors de deux projets sur les aquifères granulaires du piémont laurentien ainsi que sur les aquifères rocheux fracturés des Basses-Laurentides. Ensuite, il existe d'autres études hydrogéologiques qui permettent de remplir d'autres objectifs à des échelles différentes. Le mémoire du Centre géoscientifique de Québec intitulé, *la cartographie hydrogéologique régionale : un outil essentiel à l'inventaire des ressources en eaux souterraines*, présenté au Bureau d'Audiences publiques sur l'Environnement (BAPE) dans le cadre de la consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec en 1999, permet d'avoir une synthèse de toutes les méthodes d'analyse hydrogéologiques existantes et des renseignements qu'elles fournissent.

Afin de répondre à la requête de la commission environnementale de Stratégies Saint-Laurent, nous allons dans un premier temps faire un rappel lapidaire des pouvoirs et des interventions des municipalités en zone agricole, ainsi qu'un rappel sur les dispositions, relatives à la vulnérabilité des nappes phréatiques, prévues dans le règlement sur le captage des eaux souterraines. Ensuite, nous allons rappeler l'importance de la création d'outil permettant aux aménagistes de mieux intervenir sur le territoire en protégeant la ressource en eaux souterraines. Enfin, dans une dernière partie, nous indiquerons les informations actuellement disponibles sur ce sujet afin de faciliter le travail de recherche des MRC.

I – Mise en contexte :

1. Rappel sur les interventions et pouvoirs des municipalités en zone agricole² :

La loi 184, du 21 juin 2001, est une *Loi modifiant la loi sur la protection du territoire et des activités agricoles et d'autres dispositions législatives*. Elle apporte des correctifs au régime institué par la *loi modifiant la loi sur la protection du territoire agricole et d'autres dispositions législatives afin de favoriser la protection du territoire et des activités agricoles* (loi 23). Les rectificatifs visent à favoriser l'atteinte des objectifs et notamment ce qui a trait au développement des entreprises agricoles. Les modifications sont les suivantes :

- Introduction d'un droit de développement dont peuvent bénéficier certains établissements d'élevage ;
- Abolition des mécanismes de dérogation aux normes de distance séparatrice par le biais de l'enregistrement de renonciations ou de servitudes ;
- Modifications importantes à l'égard des pouvoirs et des responsabilités des municipalités en matière de gestion des odeurs et d'intervention réglementaire à l'endroit des activités agricoles en zone agricole ;
- Révisions des orientations gouvernementales relatives à la protection du territoire et des activités agricoles ;
- Nouvelle version de la directive relative à la détermination des distances séparatrices relatives à la gestion des odeurs en zone agricole par le Ministère de l'Environnement du Québec.

Avec la loi 184, la responsabilité d'établir des distances séparatrices pour la gestion des odeurs en zone agricole incombe aux municipalités alors que les aspects relatifs à la pollution de l'eau et du sol incombent au MEnv.

Une limitation transitoire du pouvoir d'intervention de la municipalité en zone agricole :

Depuis le 21 juin 2001, en vertu de l'article 37 de la loi 184, une municipalité se situant au sein du territoire d'une MRC dont le schéma d'aménagement n'a pas été modifié ou révisé pour tenir compte des orientations gouvernementales de 1997 ne peut adopter de normes applicables en zone agricole découlant de l'exercice des pouvoirs prévus aux paragraphes 3° (usages et densité), 4° (normes de distance) et 5° (dimension et surface de construction, marge de recul...) de

² Extrait du Muni-express N° 15-14, septembre 2001, Ministère des affaires municipales et de la métropole

l'article 113 de la loi sur l'aménagement et l'urbanisme tant qu'un règlement de contrôle intérimaire (RCI) comportant des normes adoptées par la MRC en vertu de ces paramètres et s'appuyant en zone agricole n'est pas en vigueur.

Adoption par la MRC d'un Règlement de Contrôle Intérimaire relatif à l'aménagement de la zone agricole :

L'objectif de la mise en place d'un règlement de contrôle est de créer rapidement, sans attendre un schéma d'aménagement révisé, un cadre global d'aménagement de la zone agricole comprise dans le territoire de la MRC. Un tel cadre doit permettre l'atteinte des objectifs poursuivis par le régime de protection du territoire et des activités agricoles, qui vise notamment à assurer la priorité et le développement des activités et des entreprises agricoles en zone agricole, tout en y assurant la cohabitation harmonieuse des usages agricoles et non agricoles. Le RCI doit suivre les orientations gouvernementales relatives à la protection du territoire et des activités agricoles qui ont été révisées et publiées en décembre 2001. Ces orientations comportent des attentes gouvernementales renouvelées, entre autres en ce qui concerne l'encadrement par les MRC du recours au «zonage des productions» par les municipalités locales, de même qu'une version remaniée des paramètres pour la détermination de distances séparatrices pour tenir compte notamment des modifications introduites par la «loi 184». Lors de l'élaboration d'un RCI applicable à la zone agricole de son territoire, la MRC devra tenir compte des orientations gouvernementales révisées à venir et relatives à la protection du territoire et des activités agricoles.

2. Rappel sur les dispositions, relatives à la vulnérabilité des nappes phréatiques, prévues dans le règlement sur le captage des eaux souterraines (12 juin 2002) :³

Le Règlement sur le Captage des Eaux Souterraines (RCES) possède un chapitre, relatif aux aires de protection, basé sur les principes de délimitation des périmètres de protection (immédiate, rapprochée – bactériologique et virologique, éloignée – aire d'alimentation) et celui de la vulnérabilité des nappes d'eau souterraine. Les exigences RCES, en matière de protection des nappes d'eau souterraine, vise essentiellement les activités agricoles et sont les suivantes :

- Identifier l'aire d'alimentation des nappes d'eau ;
- Identifier les périmètres bactériologiques et virologiques ;

³ Ministère de l'Environnement, Règlement sur le captage des eaux souterraines, 12 juin 2002.
http://publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R1_3.HTM

- Identifier les sources de contamination ;
- Mécanisme de protection par interdiction ;
- *Caractériser la vulnérabilité de la nappe.*

La section I et II du chapitre III du règlement sur le captage des eaux souterraines nous informe que le gouvernement du Québec a adopté l'indice DRASTIC pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines. Il est utilisé pour régir l'épandage des déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes, l'aménagement d'une installation d'élevage d'animaux ou d'un ouvrage de stockage de déjections animales et le stockage à même le sol de déjections animales, de compost de ferme ou de matières résiduelles fertilisantes dans un champ cultivé. Nous verrons par la suite quels sont les principes et les critiques de l'indice DRASTIC.

A la lumière de cette synthèse, il est évident que les municipalités n'ont pas beaucoup de compétences en terme d'intervention en zone agricole sans règlement de contrôle intérimaire, ni schéma d'aménagement révisé. Cependant, en terme planification du territoire et de protection de l'environnement, il existe des outils permettant d'aider la prise de décision, notamment en ce qui concerne la gestion et la protection de la ressource en eau souterraine et la révision des schémas d'aménagement.

II - Intérêt des cartes de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines :

La cartographie permettant d'identifier la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination correspond à un type de carte hydrogéologique spécialisée répondant à un besoin particulier et visant un public varié. Ce sont des cartes schématiques réalisées dans le but d'aider la prise de décision pour l'aménagement du territoire. Elles peuvent combler des besoins d'inventaire et guider les organismes de réglementation devant assurer une gestion globale de l'ensemble de la ressource en eau souterraine d'un territoire. Les Comités ZIP et leurs partenaires peuvent donc les utiliser pour se donner les moyens de mieux comprendre les dynamiques écologiques et par conséquent d'assurer la protection des nappes phréatiques et ultimement le fleuve Saint-Laurent. Il est donc évident que cet outil doit trouver un intérêt auprès des aménagistes des MRC pour gérer l'utilisation du territoire et pour réviser leurs schémas d'aménagement. La révision est un exercice majeur de gestion du territoire au Québec qui nécessite une bonne connaissance écologique. De plus, le gouvernement insiste sur l'importance de privilégier une approche de

développement durable pour le choix des interventions sur le territoire. Un des principes du développement durable, tel qu'énoncé par la table ronde québécoise sur l'environnement et l'économie (1989), est que la gestion des ressources ne doit pas remettre en cause la possibilité de maintenir ou d'améliorer leur utilisation par les générations futures. Il apparaît donc essentiel de disposer d'une connaissance écosystémique pour atteindre cet objectif. « Cette connaissance fournit les capacités de support, les contraintes à l'utilisation et les sensibilités des milieux naturels »⁴. Enfin, le gouvernement prône un aménagement du territoire qui met en exergue la mise en valeur intégrée des ressources. Cette approche nécessite une intégration des connaissances écologiques pour la résolution des problèmes complexes d'aménagement du territoire et donc la mise en place, en outre, d'un cadre écologique de référence. Il correspond à une base de données, à référence spatiale, des principaux paramètres écologiques du territoire. Dans cette optique, l'estimation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est un bon outil de connaissance de dégradation du milieu. Néanmoins, « ce sont des cartes régionales dont l'échelle peut être de 1/500 000 à 1/100 000, qui ne peuvent être utilisées à de plus grandes échelles sans engendrer des erreurs d'analyse. Beaucoup de détails sont perdus lors de l'élaboration de ces cartes. Ainsi, il est nécessaire de poursuivre les études régionales par des études plus locales aux échelles 1/100 000 à 1/25 000 dans le cas d'implantation d'activités potentiellement polluantes »⁵. De plus, l'utilisation de telles informations ne peut être pertinente que si les données de terrain concernant les activités humaines pouvant avoir un impact sur la qualité et la quantité de la ressource en eaux souterraines sont inventoriées et intégrées pour compléter la cartographie.

III – Les méthodes existantes pour l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines :

Il existe de nombreuses méthodes qui permettent de créer des cartes de la vulnérabilité intrinsèque à la pollution des aquifères. Cependant, une étude⁶ a été menée conjointement entre le CGQ (INRS-Géoressource et commission géologique du Canada), le Ministère de l'Environnement du Québec, l'Université Laval et la MRC de Portneuf afin de décrire et comparer la pertinence de 4 méthodes d'estimation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères

⁴ Girard, 1994

⁴⁻⁶ Murat, V., Martel, R., Michaud, Y., Fagnan, N., Beaudoin, F., Therrien, R
2000: Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : Géologie et stratigraphie des formations superficielles. Commission géologique du Canada, Dossier public # 3664-d.

granulaires. Ce travail est résumé dans la planche correspondant à l'annexe 1. Le texte ci-dessous est la présentation de cette planche.

➤ **Introduction**

Cette planche résume l'essentiel des travaux d'estimation de la vulnérabilité intrinsèque des aquifères granulaires dans la MRC de Portneuf. Ce document présente la synthèse des informations existantes ainsi que l'application et la comparaison statistique de quelques méthodes d'estimation de la vulnérabilité intrinsèque. L'objectif visé est l'élaboration d'une démarche à suivre pour réaliser une carte de vulnérabilité réaliste et efficace des nappes libres à moindre coût.

Cette planche est issue d'un projet de cartographie hydrogéologique réalisé conjointement entre le CGQ (INRS-Géoressources et Commission géologique du Canada), le Ministère de l'Environnement du Québec, l'Université Laval et la MRC de Portneuf. L'objectif de ce projet est de développer une approche de caractérisation des aquifères granulaires et de fournir des données géoscientifiques de base nécessaires à une saine gestion des ressources en eaux souterraines et à la mise en place de plans de gestion du territoire adéquats.

Les travaux de cartographie et d'estimation de la vulnérabilité ont été réalisés à l'échelle du 1/100 000 en prenant pour région de référence le secteur sud de la MRC de Portneuf couvrant un territoire d'environ 900 km. Ce secteur a été choisi autant pour sa diversité au niveau des types d'aquifères que pour la variété de l'utilisation du territoire.

Cette diversité permet d'élaborer des cartes de vulnérabilité représentatives d'unités hydrogéologiques variées.

➤ **Méthodologie :**

La vulnérabilité intrinsèque des aquifères à la pollution

Les cartes de vulnérabilité sont des cartes schématiques réalisées dans le but d'aider à l'aménagement du territoire. Ce sont des cartes régionales dont l'échelle peut être de 1/500 000 à 1/100 000, qui ne peuvent être utilisées à de plus grandes échelles sans engendrer des erreurs d'analyse.

Les cartes de vulnérabilité intrinsèque ne tiennent pas compte des caractéristiques physico-chimiques propres à un contaminant. Ces caractéristiques sont considérées comme équivalentes à celles de l'eau qui représente le contaminant le plus mobile et le plus persistant qui puisse exister. De plus, l'estimation de la vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution est calculée en

fonction des sources externes de pollution ; les causes naturelles de contamination n'entrent pas en ligne de compte dans cette estimation.

Beaucoup de détails sont perdus lors de l'élaboration de ces cartes. Ainsi, il est nécessaire de poursuivre les études régionales par des études plus locales aux échelles 1/100 000 à 1/25 000 dans le cas d'implantation d'activités potentiellement polluantes. Pour ce faire, on utilise une autre approche qui est l'estimation de la vulnérabilité spécifique à un contaminant ou un groupe de contaminants particulier.

Les méthodes

L'étude comparative d'estimation de la vulnérabilité intrinsèque a débuté par la compilation de nombreuses méthodes existantes (tableau 1). Un répertoire des démarches à effectuer et des paramètres à évaluer a été élaboré. Cette compilation permet de faire ressortir les paramètres et les propriétés du milieu les plus souvent utilisées lors de l'élaboration des cartes de vulnérabilité. Ainsi, les documents tels que les cartes des formations superficielles et celles en découlant (la carte pédologique, la carte des unités hydrogéologiques) sont utilisées par la majorité des méthodes (encadré 2). Les informations sur la profondeur à la nappe ou les caractéristiques de la zone vadose reviennent aussi dans plusieurs méthodes.

Les méthodes retenues à des fins de comparaison sont choisies en fonction du type de méthode, de la quantité d'information disponible pour leur application et du nombre de variables utilisées. Il s'agit des méthodes DRASTIC (carte 2) et GOD (carte 3) qui sont des méthodes à cotation numérique, de la méthode des Ressources Naturelles du Minnesota (carte 4) qui est une méthode cartographique et de la méthode EVARISK (carte 5) qui est une méthode analytique (encadré 3).

L'évaluation des paramètres

Les documents cartographiques tels que la carte des formations superficielles, la carte pédologique, la carte des unités hydrogéologiques et la carte topographique ont servi de base de traitement pour obtenir l'information requise par chaque méthode.

L'ensemble des données telles que les données de forage et les données météorologiques ont aussi permis de compléter la quête des informations obtenues à partir des cartes nommées précédemment et de réaliser les cartes manquantes pour l'application des méthodes. Les données utilisées pour l'élaboration des cartes de vulnérabilité ont été compilées, en général, lors des travaux de cartographie régionale des aquifères granulaires de surface.

Si la première étape à l'évaluation de la vulnérabilité est la compilation des données et la seconde étape le traitement des cartes obtenues pour qu'elles correspondent aux exigences de la méthode, l'évaluation des paramètres constitue la troisième étape et se base sur les deux premières. Selon la méthode choisie, la signification d'un paramètre peut varier. La dénomination d'un paramètre n'est pas absolue, elle varie en fonction des processus et des propriétés du milieu choisis pour sa détermination. Il est donc important de connaître la valeur de chaque paramètre en terme de processus et propriétés pour mettre les méthodes en parallèle (tableau 2).

➤ **Utilisation de la planche de vulnérabilité :**

Les cartes présentées sur cette planche regroupent essentiellement les informations sur les propriétés et processus physiques et chimiques du milieu permettant d'établir le degré de vulnérabilité des eaux souterraines. Elles sont réalisées dans le but d'aider à la prise de décision en matière de gestion et d'aménagement du territoire. Au Canada, 26% de la population est tributaire de l'eau souterraine et la qualité de cette eau est sans cesse mise à l'épreuve par les diverses sources potentielles de pollution. Il est important que des mesures soient prises afin de protéger les aquifères. L'évaluation de la vulnérabilité en est une.

La planche est composée d'une carte et d'une explication pour chacune des méthodes appliquées (cartes 2 à 5), de cartes présentant la comparaison des méthodes appliquées (cartes 6 à 9) qui permettent de statuer sur la validité des évaluations de la vulnérabilité. On présente aussi la carte des unités hydrogéologiques (carte 1) qui est issue de la carte des formations superficielles qui constitue l'information commune à l'élaboration de la carte de vulnérabilité par une majorité de méthodes. Les explications relatives à la notion de vulnérabilité, soit le nombre de méthodes existantes et les informations nécessaires à leur application sont présentées aux tableaux 1, 2, 3 et au diagramme 1.

Il est important de noter que l'élaboration d'une carte de vulnérabilité dépend d'un certain nombre de facteurs variables. Une carte de vulnérabilité peut varier d'un concepteur à l'autre, la détermination des indices étant parfois subjective. Elle peut aussi varier en fonction du type et de la quantité d'information disponible, des erreurs occasionnées sur la prise de données, et de la méthode de détermination des paramètres (un bon exemple est celui de la recharge).

Il est possible d'élaborer une carte de vulnérabilité générale, avec peu d'information puis de compléter ou de modifier cette carte en fonction des nouvelles données.

Ainsi, une carte de vulnérabilité n'est pas statique, elle peut évoluer en fonction de l'apport de données. Il s'agit donc de toujours préciser dans quel contexte et avec quelle quantité de données une carte a été élaborée afin que l'analyse en soit relativisée.

Les cartes de vulnérabilité sont établies à une échelle donnée en fonction de la quantité et de la qualité des données disponibles. L'utilisation de ces cartes dépend de l'échelle à laquelle elles sont compilées et de la résolution spatiale de la cartographie. L'échelle influence la valeur de l'information et la valeur des paramètres. Ces cartes ne sont valables que pour l'échelle à laquelle elles ont été conçues.

IV – Les autres types de cartes hydrogéologiques :

La caractérisation hydrogéologique d'un territoire requiert de nombreuses informations qu'il est difficile d'intégrer sur une même carte sous peine d'avoir un outil incongru et inintelligible. Plusieurs cartes thématiques, pouvant être exposées à différentes échelles, sont requises pour représenter toutes les données hydrogéologiques permettant de circonscrire la ressource en eau souterraine. Selon le mémoire du centre géoscientifique de Québec intitulé, *La cartographie hydrogéologique régionale*⁷ : *Un outil essentiel à l'inventaire des ressources en eaux souterraines*, on peut ainsi distinguer :

- ***Les cartes hydrogéologiques générales ainsi que celles du potentiel de la ressource en eau*** sont généralement construites durant les phases préliminaires des travaux de cartographie hydrogéologique. Les informations qu'elles contiennent ont trait au type d'aquifère ainsi qu'à leur potentiel d'utilisation. Le niveau d'interprétation des cartes hydrogéologiques générales est moins avancé que celui que l'on retrouve sur les cartes du potentiel de la ressource. Ainsi, ces cartes s'adressent principalement aux spécialistes en hydrogéologie alors que les cartes du potentiel seront plutôt accessibles aux utilisateurs ou aux gestionnaires de la ressource.
- ***Les cartes paramétriques*** contiennent un ensemble spécifique de données ayant trait à un ou plusieurs aspects touchant la présence, l'étendue et l'importance de la ressource en eau souterraine ainsi que ses caractéristiques géochimiques. Les paramètres présentés sont, par exemple, l'altitude de la surface libre ou piézométrique, la profondeur de la nappe, la base de l'aquifère ou son épaisseur, la salinité de l'eau, sa température ou sa concentration en ions majeurs. Étant donné la grande quantité d'information qu'elles présentent, les cartes

⁷ René Lefebvre, Yves Michaud, Richard Martel et Nathalie Fagnan

La cartographie hydrogéologique régionale : Un outil essentiel à l'inventaire des ressources en eaux souterraines, 2000.

paramétriques sont généralement conçues à grande échelle. L'utilisation de ces cartes nécessite généralement l'interprétation d'un hydrogéologue.

- **Les cartes hydrogéologiques des systèmes aquifères** sont préparées dans le but de faire ressortir le contexte hydrodynamique des systèmes aquifères et les conditions limites présentes dans une région. Leurs principaux buts sont d'améliorer la compréhension du système d'écoulement et de définir le plus précisément possible les conditions aux limites du système à l'étude (Struckmeier et Margat, 1995). Ces cartes sont le fruit de l'intégration de plusieurs cartes paramétriques ainsi que d'informations complémentaires telles que la géologie, la géomorphologie, la pédologie et l'hydrologie. Ces cartes sont très utiles pour l'élaboration de modèles conceptuels qui seront utilisés lors de la modélisation numérique. Ces cartes peuvent aussi servir à l'identification de secteurs où il y a un manque de données ou ceux qui sont les plus appropriés pour l'aménagement de systèmes de surveillance.
- **Les cartes spécialisées** répondent à un besoin particulier et visent généralement un public varié. Ces cartes sont généralement utilisées pour trois principales applications : la planification, l'exploitation ou la gestion de la ressource en eau souterraine. **Les cartes de planification et de gestion** peuvent montrer la qualité des eaux souterraines en fonction de certains critères particuliers, **les cartes de vulnérabilité** identifient la vulnérabilité des eaux souterraines à la contamination et **les cartes de protection** montrent l'état actuel de l'exploitation des eaux souterraines, les aires d'alimentation des puits, et les régions à protéger.

V – Cueillette de données :

La réalisation de tels outils ne peut s'effectuer sans l'acquisition de diverses données. Ces informations sont le plus souvent contenues dans des rapports ou des banques de données existantes. Ainsi, avant de déployer des efforts coûteux dans la réalisation de travaux de terrain, le consultant fera l'inventaire de ces données, jugera de leur fiabilité et les analysera afin de s'en servir. Les tableaux 1 et 2, ci-après, indiquent les types et les sources d'informations géoscientifiques disponibles. Seules celles manquantes dans les données existantes ou celles pour lesquelles un doute existe quant à leur fiabilité ou leur précision devront être obtenues à partir de travaux de terrain. « D'après Vrba et Zaporozec (1994), d'un point de vue qualitatif, il est possible d'indiquer la corrélation entre trois facteurs (la densité de points, la quantité d'information sécuritaire pour les points, le dénominateur d'échelle) par rapport au type de méthode. Ainsi les modèles analytiques complexes s'utilisent à petite échelle et nécessitent une

densité de points importante. Pour une densité de points moyenne, une méthode à cotation numérique sera préférablement utilisée. Enfin, dans les zones où la quantité d'information est moindre, c'est une méthode cartographique à grande échelle qui sera recommandée »⁸. Le tableau 3 résume fort bien les relations existantes entre l'échelle, la fiabilité des données et les coûts, en fonction du type d'utilisation et du niveau d'information existant.

TYPE D'INFORMATION	BANQUE DE DONNÉES	ORGANISME DÉPOSITAIRE	ADRESSE ÉLECTRONIQUE OU NUMÉRO DE TÉLÉPHONE
Données géologiques des dépôts quaternaires et du socle rocheux	SIGEOM (Système d'information géologique à référence spatiale)	Géologie-Québec MRN	www.mrn.gouv.qc.ca/ geologie/produits
Données hydrogéologiques	SIH (Système d'information hydrogéologique à référence spatiale)	Service de l'expertise technique en eau MENV	(418) 521-3885
Cartes topographiques 1 : 20 000	GÉOSELECTION (Système d'information sur les produits à référence spatiale)	Photocartotheque québécoise MRN	www.mrn.gouv.qc.ca/ photocartotheque
Photographies aériennes 1 : 15 000 1 : 40000	SIPA Système d'information sur les photographies aériennes	Photocartotheque québécoise MRN	www.mrn.gouv.qc.ca/ photocartotheque
Information géotechnique	Banque de données géotechniques	MTQ	Consultation sur place
Information climatologique et hydrologique		Direction des systèmes atmosphériques Environnement Canada	www.cmc.ec.gc.ca/climat
Information pédologique	Banque de données pédologiques	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRMA)	(418) 643-2787
Information hydrogéologique et géotechnique	Rapports hydrogéologiques et géotechniques. Fichiers numériques, selon le cas.*	Municipalités et MRC	Consultation sur place
Information hydrologique, hydrogéologique et géotechnique	Thèses, rapports, cartes, articles scientifiques et fichiers numériques divers	Universités	Consultation sur place ou via des sites Internet spécifiques

Certaines municipalités détiennent leurs données sur fichiers numériques.

Tableau 1 : Indications non exhaustives pour la cueillette de certaines informations pour la cartographie hydrogéologique (Ministère de l'environnement du Québec)

⁸ Murat, V., Martel, R., Michaud, Y., Fagnan, N., Beaudoin, F., Therrien, R.
Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : Géologie et stratigraphie des formations superficielles. Commission géologique du Canada, Dossier public # 3664-d, 2000.

Fédéral (F)	Provincial (P)				Municipal (M)		Privé (C)	SOURCES		
	Ressources naturelles Canada	Transports	Environnement et faune	Ressources naturelles	Agriculture pêcheries et alimentation	Municipalités Régionales de comté	Municipalités			
								TYPES DE DONNES		
3-8			2-5-12					Géologie du socle	Géologie	Hydrogéologie
1-2-8		21	1-3-12	25				Géologie quaternaire		
1-2-3-8	27	13-14	1-2-3-4-6-12					Stratigraphie		
	27	13-14-15	4-25					Niveau de l'eau souterraine	Propriétés aquifères	
		13-14-15						Débit		
	27	14-15						Granulométrie		
		14-15						Propriétés hydrauliques*		
	27							Propriétés mécaniques**	Infiltration et écoulement	
4				25				Pédologie		
5-6		18-19	7-8					hydrologie		
		16						Météorologie	Qualité, utilisation et vulnérabilité	
5-6-7			7-8-9-10					Topographie		
		17						Systèmes d'approvisionnement en eau souterraine		
		17-20						Qualité de l'eau souterraine		
4-7		21-22-23	7-8-11	25				Utilisation du sol		

* : transmissivité, conductivité hydraulique et coefficient d'emmagasinement. ** : teneur en eau, limite plastique liquide, pénétromètre, scissomètre, sismique et cisaillement. : Source pour le type de données.

FEDERAL

F1 – Cartes des dépôts superficiels
F2 – Bd sur la géologie quaternaire
F3 – Cartes du socle rocheux
F4 – Cartes des inventaires des Terres du Canada
F5 – Photographies aérienne (1:5000 au 1:50000)
F6 – Cartes topographiques (BNDT) (1:50000 et 1:250000)
F7 – Données numériques d'élévation du Canada (1:250000)
F8 – Catalogue collectif et GEOSCAN (Bd bibliographiques)

PROVINCIAL

P1 – Cartes des dépôts superficiels
P2 – Cartes du socle rocheux
P3 – Cartes des agrégats
P4 – Bd puits d'exploration pétrolière
P5 – Bd levés géophysiques (MAGGY)
P6 – Carothèque
P7 – Photographie aérienne (1 :15000 et 1 :40000)
P8 – Bd topographiques (BDTQ) (1 :20000)
P9 – Orthophotographies numériques (1 :40000)
P10 – Bd géodésiques du Québec (GEODEQ)

P11 – Système de délimitation administrative (SDA)
P12 – EXAMINE et SIGEOM (Bd bibliographiques)
P13 – Syst. D'inf. hydrogéologiques (SIH)
P14 – Bd piézométriques
P15 – Cartes et rapports hydrogéologiques
P16 – Données climatologiques
P17 – Bd sur l'eau potable

P18 – Bd des bassins versants

P19 – Bd hydriques
P20 – Bd sur la qualité du milieu aquatique
P21 – Cadre écologique de référence du Québec
P22 – Inventaire des industries
P23 – Bd sur les terrains contaminés
P24 – Envirodoq et collection générale (Bd bibliographique)
P25 – Cartes et rapports pédologiques
P26 – Bd sur les sols québécois (BIRS Q)
P27 – Données géotechniques

MUNICIPAL

M1 – Schéma d'aménagement

Tableau 2 : Les types et sources de données géoscientifiques disponibles au Québec et utiles pour la cartographie hydrogéologique (Commission géologique du Canada)

Niveau d'information Utilisation possible	Faible (données éparpillées et hétérogènes provenant de diverses sources)	Avancé (données provenant de programmes de caractérisation. La fiabilité des données est augmentée)	Elevé (analyse des systèmes aquifères et élaboration de modèles hydrogéologiques)
Reconnaissance et Exploration	Carte hydrogéologique générale (carte des aquifères)	Carte hydrogéologique illustrant divers paramètres (profondeur à la nappe, épaisseurs des aquifères, profondeur au roc, géochimie, T, K, S, R)	Carte régionale illustrant la dynamique des eaux souterraines dans les systèmes aquifères (représentation de modèles conceptuels)
Planification et Développement	Carte du potentiel des ressources en eaux souterraines		
Gestion et protection	Carte de vulnérabilité des eaux souterraines	Carte hydrogéologique spécialisée (carte pour la planification)	Représentation graphique dérivé des systèmes d'information géographique
Utilisation possible Niveau d'information	Statistique Faible Faibles Vaste petite	influence temporelle fiabilité coûts région représentée échelle	dynamique élevée élevés petite grande

Tableau 3 : Classification des cartes hydrogéologiques en fonction du niveau d'information qu'elles contiennent et de l'utilisation qu'on peut en faire (modifié de Struckmeier et al.,1989)

Conclusion :

Pour conclure cette synthèse sur l'estimation de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines nous allons faire un rappel de quelques points saillants :

- La cartographie de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines est un excellent outil pour les aménageurs, des MRC, qui doivent ***gérer et protéger les ressources naturelles et planifier l'utilisation de leur territoire***. En effet, selon les orientations gouvernementales révisées en matière de protection du territoire et des activités agricoles, une planification efficace du territoire agricole requiert que la MRC possède une connaissance de ses diverses dimensions et des problématiques qui le touchent, particulièrement sur les plans de son aménagement, de son développement et de la protection de l'environnement.
- La connaissance scientifique, comme l'indique l'étude précédemment citée, est assez satisfaisante pour être certain de faire une ***utilisation ad hoc et pertinente de ce type de cartographie***.
- Il existe ***d'autres types de cartes hydrogéologiques qui répondent à des objectifs différents***. L'ensemble de tous ces outils permettant d'avoir une caractérisation exhaustive de la ressource en eau souterraine d'un territoire.
- Les cartes hydrogéologiques doivent être réalisées par ***des professionnels susceptibles de bien appréhender toutes les difficultés et les subtilités de l'hydrogéologie***, science s'appuyant sur des données complexes et diverses et donc qui demandent un travail multidisciplinaire.

REFERENCES

Références citées :

Ministère des affaires municipales et de la métropole,
Muni-express N° 15-14, septembre 2001,

Ministère de l'Environnement,
Règlement sur le captage des eaux souterraines, 12 juin 2002.
http://publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R1_3.HTM

Murat, V., Martel, R., Michaud, Y., Fagnan, N., Beaudoin, F., Therrien, R
Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : Géologie et stratigraphie des formations superficielles. Commission géologique du Canada, Dossier public # 3664-d, 2000.

René Lefebvre, Yves Michaud, Richard Martel et Nathalie Fagnan
La cartographie hydrogéologique régionale : Un outil essentiel à l'inventaire des ressources en eaux souterraines, 2000.

Stuckmeier W.F. et Margat J. (1995).
Hydrogeological Maps, A guide and a Standard legend. International Association of Hydrogeologists, v17, 177 p.
Guide sur la cartographie hydrogéologique régionale. Contient la plus récente légende standard d'hydrogéologie.

Vrbra, J. et Zaporozec, A (1994).
Guidebook on mapping groundwater vulnerability. International Association of Hydrogeologists, v.16, 131 p.
Guide sur la cartographie de la vulnérabilité des eaux souterraines.

ANNEXES

Annexe 1 : Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : Géologie et stratigraphie des formations superficielles.
Carte au format 35''*18''

Annexe 2 : Rapports hydrogéologiques publiés par le gouvernement du Québec

Annexe 1

Annexe 2

Rapports hydrogéologiques publiés par le Gouvernement du Québec

Note: cette liste n'est pas nécessairement exhaustive et comprend des rapports ou carte publiées par d'autres organismes que ceux reliés au Gouvernement du Québec.

Bilodeau, C., Novembre 84, *Levé hydrogéologique à Sainte-Catherine, comté de Laprairie*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec 7 p., (non-publié)

Bilodeau, C., Septembre 80, *Levé hydrogéologique à Clarenceville, comté de Missisquoi*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, 7 p., Rapport No 1037, Québec, (non-publié)

Bilodeau, C., Septembre 1980, *Levé hydrogéologique à Saint-Ange-Gardien, comté de Rouville*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 3p., Rapport No 1030, (non-publié)

Bilodeau, C., Décembre 1983, *Levé hydrogéologique pour le secteur de la conserverie Légubec à Saint-Michel-de-Rougement, comté de Rouville*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 5 p., Rapport No 1158, (non-publié)

Bilodeau, C., Novembre 84, *Levé hydrogéologique à Delson, comté de Laprairie*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, 7 p., (non-publié)

Bilodeau, C., Décembre 1973, *Levé hydrogéologique préliminaire Lac Echo et Lesage, Shawbridge, comté de Terrebonne*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p. & annexes, Rapport No 745-B, (non-publié)

Bilodeau, C., Novembre 1982, *Levé hydrogéologique à Stukely-Sud, comté de Shefford*, Service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 4 p., Rapport No 1105, (non-publié)

Bilodeau, C., Mars 1974, *Levé hydrogéologique préliminaire à Sainte-Brigite-des-Saults, comté de Nicolet*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, Rapport No 849, (non-publié)

Bilodeau, C., Juillet 1980, *Levé hydrogéologique à Saint-Cyrille-de-Wendover, comté de Drummond*, Service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 4 p., Rapport No 1027, 4 p., (non-publié)

Bilodeau, C., Janvier 1975, *Levé hydrogéologique préliminaire à La Plaine*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p. & annexes, Rapport No 874-A, (non-publié)

Bilodeau, C., Décembre 1973, Levé hydrogéologique préliminaire Lac Echo et Lesage (Shawbridge), cté Terrebonne, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p., Rapport No 745-B, (nonpublié)

Champagne, L., Février 1992, *Potentiel aquifère de la région de Saint-Cyprien, comté de Napierville*, Projet "Industrie Hancam Inc.", Ministère de l'Environnement, Division des eaux souterraines, 6 p., Rapport No 1432, (non-publié)

Champagne, L., Mai 1995, *Recherche en eau souterraine, Municipalité de Saint- Jean-Baptiste, comté de Rouville*, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Division des eaux souterraines, Québec, 5 p., Rapport No 1470, (nonpublié)

Croteau, D., Juin 71, *Levé hydrogéologique d'un emplacement pour enfouissement à St-Bruno, comté municipal de Chambly*, Ministère des Richesses Naturelles, Service de l'hydrogéologie, Québec, 6 p., Rapport No 755, (non-publié)

Croteau, D., Janvier 1972, Complément sur le levé hydrogéologique à Sainte- Julienne, comté municipal de Montcalm, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p., Rapport No 709-B, (non-publié)

Croteau, D., Mars 1971, Complément sur le levé hydrogéologique à Sainte-Julienne, comté municipal de Montcalm, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p. & annexes, Rapport No 709-A, (nonpublié)

Dessureault, R., Décembre 1965, *Levé hydrogéologique à Ayer's Cliff, comté municipal de Stanstead*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 6 p., Rapport No 662, (non-publié)

Dessureault, R., Octobre 1965, *Levé hydrogéologique à Napierville, Comté de Napierville*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p., & annexes, Rapport No 659, (non-publié)

Dugré, J., Juillet 1973, *Levé hydrogéologique à Saint-Gérard de Magella, comté municipal de L'Assomption*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p. & annexes, Rapport No 829, (non-publié)

Grenier, C., Août 1988, *Expertise à Saint-Bruno-de-Montarville relative à l'approvisionnement en eau de la station de recherche du MAPAQ*, Ministère de l'Environnement, Direction des eaux souterraines et de consommation, Québec, 5 p. & annexes, Rapport No 1372, (non-publié)

Grenier, C., Décembre 1971, *Étude des conditions géologiques et hydrogéologiques de la région sise à l'ouest du Mont Orford, comtés de Brome et Shefford*, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 3 p. & annexes, Rapport No 777, (non-publié)

Grenier, C., Mai 1986, *Notes supplémentaires relatives au problème d'approvisionnement en eau de Saint-Brigitte-des-Saults, M.R.C. de Drummond*, Direction des eaux souterraines et des consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, 7 p. & annexes, Rapport No 1274, (non-publié)

Grenier, C., Juin 1965, *Levé hydrogéologique à Terrebonne Heights, comté de l'Assomption*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p., Rapport No 642, (non-publié)

Grenier, C., Avril 1962, *Rapport préliminaire sur un levé hydrogéologique à Dorion, comté de Vaudreuil*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p., Rapport No 504, (non-publié)

Grenier, C., Juin 1965, *Levé hydrogéologique à Dorion, comté de Vaudreuil*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p., Rapport No 514-A, (non-publié)

Grenier, C., Septembre 1962, *Levé hydrogéologique à Dorion, comté de Vaudreuil*, Complément du rapport du 26 avril 1962, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 6 p., Rapport No 514, (non publié)

Laverdure, G., Juin 1992, *Production de cartes et étude hydrogéologique en rapport avec "l'analyse pour la gestion des ressources hydriques à des fins agricoles" dans le bassin versant de la rivière l'acadie*, Faculté des sciences de l'agriculture et de l'environnement (Université McGill), 29 p., (non-publié)

Mailhot, M., Juillet 1973, *Étude hydrogéologique à Sainte-Anne-de-la-Rochelle, comté de Shefford*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 6 p. & annexes, Rapport No 764-A, (non-publié)

Marot, A., Novembre 1968, *Levé hydrogéologique à Sainte-Catherine d'Alexandre, comté municipal de Lapraire*, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 6 p., Rapport No 710, (non-publié)

Marot, A., Décembre 1968, *Levé hydrogéologique à Sainte-Julienne, comté municipal de Montcalm*, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 5 p., Rapport No 709, (non-publié)

Martel, R., Mai 1988, *Étude hydrogéologique préliminaire pour la recherche en eau souterraine à la municipalité de Brownburg, comté D'Argenteuil*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, 10 p. & annexes, Rapport No 1364, (non-publié)

McCormack, R., Novembre 1978, *Levé hydrogéologique à Ormstown, comté de Châteauguay*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 11 p., Rapport No 976, (non-publié)

McCormack, R., Décembre 1978, *Levé hydrogéologique à Saint-Angèle-de-Monnoir, comté de Rouville*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 9 p., Rapport No 982, (non-publié)

McCormack, R., Octobre 1978, *Levé hydrogéologique à Saint-Mathieu de Beloeil, comté de Verchères*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, p., Rapport No 975, (non-publié)

- McCormack, R., 1981, *Étude hydrogéologique: bassin versant de la châteauguay*, Direction générale des inventaires et de la recherche, Ministère de l'Environnement, Québec, 175 p., Rapport E.F. – 2
- McCormack, R., 1981, *Étude hydrogéologique: bassin versant du Richelieu*, Direction générale des inventaires et de la recherche, Ministère de l'Environnement, Québec, 210 p., Rapport E.E. – 4
- McCormack, R., 1984, *Étude hydrogéologique d'une partie de la rive sud du Saint-Laurent*, Service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 153 p., Rapport H.G. – 16
- McCormack, R., 1983, *Étude hydrogéologique rive nord du Saint-Laurent*, Service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 393 p., Rapport H.G. – 15
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Région Ouest de Montréal*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:100 000
- McCormack, R., 1986, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Archipel de Montréal*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:50 000
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Rive Nord du Saint-Laurent*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:250 000
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Région Sud de Montréal*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:250 000
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Bassin de la rivière Yamaska*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:250 000
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Région Nord de Montréal*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:250 000
- McCormack, R., 1986, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: M.R.C. de l'Assomption*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1:50 000
- McCormack, R., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: Bassin versant de la Rivière Saint-François*, Direction des eaux souterraines et de consommation, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1 : 250 000
- McCormack, R., *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution: MRC de Joliette*, Direction des eaux souterraines, Québec, 3 p., Rapport No 1102, (non-publié)

McCormack, R., Octobre 1982, *Levé hydrogéologique à Cowansville, comté de Missisquoi*, Ministère de l'environnement, service des eaux souterraines, Québec, 3 p., Rapport No 1102, (non publié)

McCormack, R., Mai 1978, *Levé hydrogéologique à Sainte-Julie, comté de Verchères*, service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 7 p., Rapport No 965, (non publié)

McCormack, R., Grenier, C., 1985, *Carte de vulnérabilité des eaux souterraines à la pollution : Région de Granby, Direction des eaux souterraines et de consommation*, Ministère de l'Environnement, Québec, échelle 1 : 20 000

Ouellet, M., Août 1992, *Suivi de la qualité des eaux souterraines, municipalité du canton de Granby, Division des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement*, Québec, 34 p., Rapport No 1438, (non publié)

Paré, D., 1980, *Etude hydrogéologique : bassin versant de la rivière du nord, Direction générale des eaux, Ministère des Richesses Naturelles*, Québec, 46 p., Rapport E.D.-4

Paré, D., 1978, *Etude hydrogéologique : bassin versant de la Yamaska, Service des eaux, Ministère des Richesses Naturelles*, Québec, 50 p., Rapport E.B.-3

Paré, D., Septembre 1976, *Reconnaissance hydrogéologique à Cowansville, comté de Missisquoi, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines*, Québec, 10p. & annexes, Rapport No 925, (non publié)

Paré, D., Septembre 1973, *Levé hydrogéologique à Wickham, comté de Drummond, Service des eaux souterraines, Ministère de l'environnement*, Québec, 4p. & annexes, Rapport No 818, (non publié)

Paré, D., Novembre 1974, *Levé hydrogéologique à Dunham, comté de Missisquoi, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines*, Québec, 7p. & annexes, Rapport No 864, (non publié)

Paré, D., 19 ??, *Evaluation des disponibilités en eau souterraine à l'intérieur d'un rayon de cinq milles ayant comme centre la municipalité de Granby, Ministère des Richesses Naturelles*, Québec, 3p. (non publié).

Paré, D., 1980, *Etude hydrogéologique : bassin versant de l'assomption, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesse Naturelles*, Québec, 81 p., Rapport E.C.-3

Prévôt, J.M., 1970, *Reconnaissance hydrogéologique à Rougement, comté municipal de Rouville, Direction générale des mines, Ministères des Richesses Naturelles*, Québec, 14 p., Rapport H.G.P.-2

Prévôt, J.M., Août 1968, *Etude hydrogéologique à St-Paul d'Abbotsford, comté municipal de Rouville, Ministère des Richesses Naturelles, Service de l'hydrogéologie*, Québec, 7 p. & annexes, rapport No 875-A, (non publié)

Prévôt, J.M., Mars 1969, *Reconnaissance hydrogéologique à Rougemont, comté municipal de Rouville*, Ministère des Richesses Naturelles, Service de l'hydrogéologie, Québec, 3 p., Rapport No 710, (non publié)

Prévôt, J.M., 1974, *Reconnaissance hydrogéologique des eaux embouteillées du Québec*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 72p., Rapport H.G.-6

Prévôt, J.M., 1973, *Inventaire des eaux souterraines, comté de Saint-Hyacinthe et de Rouville*, Direction générale des eaux, Ministère des Richesses naturelles, Québec, 56p., Rapport H.G.-4

Prévôt, JM., 197?, *Etudes géoscientifiques : Région Nord de Montréal (section hydrogéologique)*, Service de l'hydrogéologie, Québec, Rapport No 781, (non publié)

Prévôt, JM., 1971, *Reconnaissance hydrogéologique à Carillon, comté d'Argenteuil, Services de l'hydrogéologie*, Ministère des Richesses Naturelles, 2 p., Rapport No 783, (non publié)

Prévôt, JM., Février 1972, *Reconnaissance hydrogéologique à Sainte-Sophie, comté municipal de Terrebonne, Service de l'hydrogéologie*, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p. & annexes, Rapport No 784, (non publié)

Prévôt, JM., Octobre 1972, *Etude des sources à St-Pie, comté de Bagot*, Ministère des Richesses Naturelles, Service de l'hydrogéologie, Québec, 3 p. & annexes (non publié)

Prévôt, JM., septembre 1969, *Reconnaissance hydrogéologique à Saint-pie, Chez Monsieur Langevin, comté de Bagot*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 2 p., Rapport No 716, (non publié)

Prévôt, JM., Février 1972, *Reconnaissance hydrogéologique à Saint-Pie, comté de Bagot*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 3 p., Rapport No 785, (non publié)

René, C., Juin 1965, *Levé hydrogéologique à St-Amable, comté de Verchères*, service des Eaux, Gaz et Pétrole, Québec, 13 p., Rapport No 655, (non publié)

René, C., *Levé hydrogéologique à St-Césaire, comté de Rouville*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux, gaz et pétrole, Québec, 13 p., Rapport No 655, (non publié)

Rochette, F., Septembre 1971, *Levé hydrogéologique à Ste-Anne de la Rochelle, comté de Shefford*, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 2 p., Raport No 764, (non publié).

Rochette, F., Mai 1973, *Levé hydrogéologique à Saint-Jude, comté de Saint-Hyacinthe*, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 2 p & annexes, Rapport No 824, (non publié)

Rochette, F., Octobre 1971, *Levé hydrogéologique à Carignan, comté de Chambly*, Ministère des Richesses Naturelles, Services de l'hydrogéologie, Québec, 2 p., Rapport No 765, (non publié)

Rochette, F., Novembre 1972, *Levé hydrogéologique à Adamsville, comté de Brome*, Ministère des Richesses Naturelles, Service de l'hydrogéologie, Québec, 3 p., Rapport No 807, (non publié)

Rochette, F., Septembre 1971, *Levé hydrogéologique à Ste-Cécile de Milton et canton de Granby, comté de Shefford*, service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p., Rapport No 763, (non publié)

Roy, R., 1974, *Levés hydrogéologiques ponctuelles effectuées entre 1954 et 1974*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, hydrogéologique de l'île de Montréal et des îles Perrot et Bizard 10 p., Rapport H.G.P.-9

Roy, R., Janvier 1962, *Levé hydrogéologique à St-Elzéar, district électoral de Laval*, Service des Eaux, Gaz et Pétrole, Ministre des Richesses Naturelles, Québec, 9 p. & annexes, Rapport No 484, (non publié)

Simard, G., 1978, *hydrogéologie de la région de Mirabel*, Services des eaux souterraines, Ministère des Richesses naturelles, Québec, 69 p., Rapport H.G.-11

Simard, G., 1970, *Etude hydrogéologique du bassin de la rivière Eaton*, Direction générale des mines, Ministère des Richesses naturelles, Québec, 26 p., Rapport H.G.-2

Simard, G., 1977, *Isotopes naturels et systèmes d'écoulement souterrain : bassin de la rivière Eaton*, Direction générale des eaux, Ministères des Richesses Naturelles, Québec, 64 p., Rapport H.G.-8

Simard, G., Bériault, A., 1978, *Carte*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, Carte (0-43)

Simard, G., Des Rosiers, R., 1979, *Qualité des eaux souterraines du Québec*, Service des eaux souterraine, Ministère de l'environnement, Québec, 129 p., Rapport H.G.-13

Simard, G., Mai 1977, *Etude hydrogéologique sur la protection des eaux souterraines à saint-Roch de L'Assomption*, Service des eaux souterraines, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4 p. & annexes, Rapport No 946, (non publié)

Simard, G., 1977, *Carbon 14 and tritium measurements of groundwaters in the Eaton River Basin and in the Mirabel area*, Québec, Canadian Journal of earth sciences, Vol.14 No 10, pages 2325-2338

Simard, G., Juillet 1968, *Levé hydrogéologique à Valcourt, comté de shefford*, Service de l'hydrogéologie, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 4p. & annexe, Rapport No 693, (non publié)

Sylvestre, M., 1981, *Perméabilité dans les milieux fracturés*, service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 47 p., Rapport H.G.-14

Sylvestre, M., 1978, *Guide pour les forages d'eau*, Direction générale des eaux, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 47 p., Rapport H.G.P.-11

Sylvestre, M., Décembre 1976, *Etude d'alimentation en eau souterraine à Carignan*, comté de Chambly, Ministère des Richesses Naturelles, Service des eaux souterraines, Québec, 5 p., Rapport No 938, (non publié)

Sylvestre, M., Juillet 1984, *Minéralisation élevée de l'eau de puits Fabreville*, comté de l'Île-Jésus, Service des eaux souterraines, Ministère de l'Environnement, Québec, 6 p. & annexes, Rapport No 1191, (non publié)

Tremblay, J.J., 1966, *hydrogéologie et géochimie des eaux souterraines de la région de Béloeil*, Service des eaux, gaz et pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 64p., Rapport P.G.H. No 1,

Tremblay, J.J., 1962, *An aquifer test, St.Lazare, Vaudreuil Map-Area, Québec*, Geological Survey of Canada, Department of Mines and technical Surveys, Topical report No. 49. Ottawa, 12 p. & annexes

Tremblay, J.J., Décembre 1963, *Levé hydrogéologique à St-Polycarte*, comté de Soulanges, Service des Eaux, Gaz et pétrole, Ministère des Richesses Naturelles, Québec, 10p. & annexes, Rapport No 560, (non publié)

