

**273 P  NP  DM103**

Développement durable de l'industrie des gaz  
de schiste au Québec

6212-09-001

MÉMOIRE PRÉSENTÉ AU  
BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE)

DANS LE CADRE DE L'AUDIENCE PUBLIQUE SUR  
*LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'INDUSTRIE DES GAZ DE SCHISTE AU QUÉBEC*

## **Considérations sur les eaux souterraines en lien avec l'industrie des gaz de shale**

Préparé par un comité du

Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES)

Alain Rouleau, professeur UQAC  
Vincent Cloutier, professeur UQAT  
Marie Larocque, professeure UQAM  
Stéphane Campeau, professeur UQTR  
Jean-Michel Lemieux, professeur Université Laval  
Réal Daigneault, professeur UQAC  
Stephanie Palmer, coordonnatrice GRIES

Novembre 2010

## **RÉSUMÉ**

Au Québec, les eaux souterraines constituent la ressource en eau potable la plus sollicitée. Elle sert d'approvisionnement en eau sur près de 90 % du territoire habité et alimente 20 % de la population (MDDEP, 2008). Afin d'en assurer la pérennité pour les générations futures, il est nécessaire de connaître, de gérer et de protéger les ressources en eau souterraine du territoire québécois selon les principes du développement durable.

Le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES) est d'avis que l'état des connaissances sur les eaux souterraines du Québec est faible, mais progresse présentement à un rythme accéléré, notamment grâce au *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec* (PACES) du Gouvernement du Québec. Il demeure toutefois que de nombreuses lacunes persistent dont plusieurs sont d'intérêt pour le développement de l'industrie des gaz de shale au Québec. En 2013, au terme des projets PACES en cours dans sept régions du Québec, près de 50% du territoire municipalisé du Québec méridional n'aura pas encore été couvert par un premier portrait des aquifères et des eaux souterraines. De plus, les études hydrogéologiques se limitent à moins de 100 m sous la surface, soit la zone généralement exploitée pour l'eau souterraine. On sait que l'exploitation des gaz de shale doit se faire à des profondeurs de 1000 m ou plus. La tranche de terrain allant de 100 à 1000 m contient certes de l'eau et d'autres fluides, mais elle n'est présentement pas soumise à des études hydrogéologiques régionales.

Considérant ces points, les suggestions suivantes sont avancées : 1) compléter la couverture des études hydrogéologiques régionales; 2) rendre publique l'information d'intérêt hydrogéologique recueillie par l'industrie; 3) prendre les mesures nécessaires afin d'éviter la contamination des eaux souterraines; 4) prendre en compte les impacts cumulatifs des prélèvements d'eau à l'échelle des régions visées; 5) éviter les forages dans les aquifères qui alimentent des réseaux publics de distribution d'eau potable.

## **TABLE DES MATIÈRES**

RÉSUMÉ .....	II
TABLE DES MATIÈRES .....	III
LISTE DES TABLEAUX .....	IV
LISTE DES FIGURES .....	IV
1 INTRODUCTION .....	1
2 LE GROUPE DE RECHERCHE INTERUNIVERSITAIRE SUR LES EAUX SOUTERRAINES (GRIES) .....	2
3 LES EAUX SOUTERRAINES DU QUÉBEC .....	4
3.1 <i>Acquisition de connaissances</i> .....	4
3.2 <i>Gestion durable des eaux souterraines</i> .....	10
4 NOS PRÉOCCUPATIONS LIÉES AU PROJET D'EXPLOITATION DES GAZ DE SHALE	13
4.1 <i>Lacunes dans l'état des connaissances</i> .....	13
4.2 <i>Les enjeux pour l'eau souterraine</i> .....	14
5 NOS SUGGESTIONS ET COMMENTAIRES.....	16
RÉFÉRENCES .....	18

## **LISTE DES TABLEAUX**

TABLEAU 1. HISTORIQUE ET ÉTAPES IMPORTANTS DE L'ACQUISITION DE CONNAISSANCES SUR LES AQUIFÈRES AU QUÉBEC (ADAPTÉ DE THERRIEN 2010). .....	4
TABLEAU 2. PROJETS SUBVENTIONNÉS PAR LE PACES. ....	8

## **LISTE DES FIGURES**

FIGURE 1. CARTOGRAPHIES HYDROGÉOLOGIQUES RÉALISÉES ET EN COURS DE RÉALISATION AU QUÉBEC (MDDEP, 2010) .....	9
FIGURE 2. ÉTAPE DE RÉALISATION D'UN PORTRAIT DE LA CONNAISSANCE DES EAUX SOUTERRAINES D'UNE RÉGION (MDDEP, 2008).....	9

## 1 INTRODUCTION

Au Québec, les eaux souterraines constituent la ressource en eau potable la plus sollicitée. Elle sert d'approvisionnement en eau sur près de 90 % du territoire habité et alimente 20 % de la population (MDDEP, 2008). Il est absolument nécessaire de connaître, de gérer et de protéger les ressources en eau souterraine du territoire québécois selon les principes du développement durable afin d'en assurer la pérennité pour les générations futures. L'audience publique du BAPE sur *Le développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec* permet de débattre des impacts de cette industrie à différents égards. Parmi ceux-ci, les prélèvements et les répercussions sur la qualité de l'eau souterraine ont largement alimenté les débats au cours des derniers mois.

Le Groupe de recherche interuniversitaire sur les eaux souterraines (GRIES), un regroupement de chercheurs de six universités québécoises, a mandaté un comité interne pour présenter l'état des connaissances sur les eaux souterraines du Québec et souligner les lacunes dans ces connaissances qui sont d'intérêt pour le développement de l'industrie des gaz de shale<sup>1</sup> au Québec. Le comité est d'avis qu'une connaissance suffisante des eaux souterraines est à la base de tout développement durable et que les lacunes dans ces connaissances doivent être prises en compte au moment de l'autorisation de nouveaux projets.

---

<sup>1</sup> Même si le BAPE a retenu l'expression « gaz de schiste », le terme utilisé dans ce mémoire est « gaz de shale » afin de respecter la nomenclature et la définition géologique.

## **2 LE GROUPE DE RECHERCHE INTERUNIVERSITAIRE SUR LES EAUX SOUTERRAINES (GRIES)**

Le GRIES a pour mission d'accroître la connaissance sur les eaux souterraines et de contribuer à assurer la pérennité de la ressource. Ses objectifs sont :

1. de comprendre la dynamique des aquifères,
2. de former du personnel hautement qualifié dans le domaine des eaux souterraines,
3. de procéder au transfert des connaissances vers les utilisateurs et
4. de soutenir la gestion et la protection des aquifères.

Le GRIES est formé de chercheurs possédant une expertise dans le domaine des eaux souterraines provenant de six établissements universitaires québécois:

- l'Institut National de la Recherche Scientifique – Centre Eau Terre Environnement (INRS-ETE)
- l'Université du Québec à Abitibi-Témiscamingue (UQAT),
- l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC),
- l'Université du Québec à Montréal (UQAM),
- l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) et
- l'Université Laval.

Le GRIES regroupe ainsi une grande partie des forces vives du Québec qui sont actives dans la recherche sur l'eau souterraine. Les chercheurs du regroupement sont responsables de sept projets de caractérisation des eaux souterraines situés :

- en Abitibi-Témiscamingue,
- sur le bassin de la rivière Bécancour,
- en basse-Mauricie,
- dans la région Montérégie-Est,
- au Saguenay-Lac-Saint-Jean,
- sur le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec et
- en Outaouais.

Ces projets sont financés par le Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) du Ministère de Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) avec des contributions de nombreux partenaires dans chacun des projets régionaux. D'autres projets de recherche sur l'eau souterraine du Québec initiés par les membres du GRIES sont également financés par une variété d'organismes. Des collaborations importantes ont été établies avec plusieurs organismes publics (organismes de bassins versants, Conférences régionales des élus, MRC, municipalités, etc.) dans le but d'assurer le transfert de connaissances vers les gestionnaires de la ressource en eau.

### 3 LES EAUX SOUTERRAINES DU QUÉBEC

La mission du GRIES place notre regroupement au cœur des préoccupations liées à la pérennité de l'eau souterraine au Québec. Ces préoccupations sont en lien avec de nombreuses activités humaines et industrielles qui font un usage important d'eau souterraine ou qui ont des impacts potentiels sur la qualité de cette eau. À la base d'une gestion responsable des eaux souterraines réside la connaissance des aquifères. La compréhension des ressources en eau souterraine du Québec commence lentement à se mettre en place. Il reste cependant beaucoup à faire pour disposer d'une cartographie complète et à jour des eaux souterraines du Québec. Les prochains paragraphes tracent un portrait de l'historique du développement des connaissances sur les eaux souterraines du Québec.

#### 3.1 Acquisition de connaissances

Le Tableau 1 présente une synthèse de l'historique des travaux d'acquisition de connaissances sur les aquifères au Québec. Avant l'automne 2008, il n'existait aucun programme systématique de cartographie des aquifères ou d'inventaire des ressources en eaux souterraines au Québec.

Tableau 1. Étapes importantes de l'acquisition de connaissances sur les aquifères au Québec (adapté de Therrien 2010).

Années	Travaux ou étapes importantes
1970-1980	Travaux gouvernementaux occasionnels
1995-2005	Projets de cartographie hydrogéologique régionale du Centre géoscientifique de Québec (CGC) et de ses partenaires
1999-2000	Consultation publique du BAPE sur « La gestion de l'eau au Québec » et dépôt du rapport de la Commission
2002	Politique nationale de l'eau
2003-2008	Cartographie hydrogéologique des bassins de la Châteauguay et de la Chaudière par le MDDEP et ses partenaires
2007	Création d'un réseau de surveillance des eaux souterraines dans le cadre du Plan d'action sur les changements climatiques du MDDEP
2008	Création du Bureau des connaissances sur l'eau
2008	Développement du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec
2009	Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection (adoptée le 11 juin 2009)
2009	Programmes de recherche sur la connaissance des eaux souterraines en collaboration avec le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT)



### **Travaux hydrogéologiques réalisés dans les années 1970 et 1980**

Au cours des décennies 1970 et 1980, des travaux gouvernementaux de cartographie hydrogéologique ont été réalisés au Québec par le Ministère des Ressources naturelles et le Ministère de l'Environnement du Québec, dans le cadre de différents programmes provinciaux et fédéraux. Ces travaux sont documentés principalement dans une série de rapports (levés et études hydrogéologiques) et de cartes de vulnérabilité pour plusieurs régions du Québec (cf. Lefebvre et al., 1999). Malgré ces travaux, la couverture cartographique du territoire québécois demeurait encore très partielle.

### **Projets pilotes du Centre géoscientifique de Québec**

C'est dans les années 1990 que le Centre géoscientifique de Québec (CGC) développe les premiers projets pilotes de cartographie hydrogéologique. Le CGQ, qui regroupe les scientifiques de l'INRS-Eau, Terre et environnement (INRS-ETE) et de la division de Québec de la Commission géologique du Canada (CGC-Québec), a développé ces projets pilotes avec des collaborateurs de l'Université Laval, du MDDEP ainsi que des partenaires des régions étudiées.

Le premier projet pilote fut celui de cartographie des aquifères du piémont laurentien réalisé dans la région de Portneuf entre 1995 et 1997 (Bourque et al., 1998; Fagnan et al., 1998). Ce projet a permis de développer une approche de caractérisation adaptée aux aquifères granulaires de surface. Le second projet pilote a porté sur la cartographie du système aquifère en roches sédimentaires fracturées du sud-ouest du Québec, et a couvert le territoire de quatre municipalités régionales de comté (MRC d'Argenteuil, Thérèse-de-Blainville, Mirabelle, Deux-Montagnes) sur plus de 1500 km<sup>2</sup> dans les Basses-Laurentides (Savard et al., 2010). Ces projets ont contribué à la réalisation de deux guides méthodologiques qui présentent les protocoles de cartographie afin de délimiter et caractériser les principaux types d'aquifères au Québec, soit les aquifères granulaires de surface (Boisvert et al., 2008a) et les aquifères en roches sédimentaires fracturées (Boisvert et al., 2008b). Ces guides méthodologiques pour la caractérisation des aquifères sont disponibles sur le site web du MDDEP (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/index.htm>).

### ***Premiers projets pilotés par le MDDEP***

Au cours des années 2003 à 2008, des projets de cartographie hydrogéologique régionale ont été réalisés sur le bassin versant de la rivière Châteauguay (Côté et al., 2006) et celui de la rivière Chaudière (COBARIC, 2008). L'ensemble de ces projets pilotes a permis de développer un savoir-faire unique et adapté aux conditions québécoises.

### ***Commission sur la gestion de l'eau et Politique nationale de l'eau***

Dans le cadre de la consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec, le Centre géoscientifique de Québec (CGQ) a déposé un mémoire sur la cartographie hydrogéologique régionale (Lefebvre et al., 1999). Ce mémoire présente les principes de la cartographie hydrogéologique régionale et souligne l'importance de la cartographie dans l'inventaire des ressources en eaux souterraines. C'était la première fois que l'absence de connaissances systématiques et accessibles était identifiée comme une lacune importante pour le Québec. Il est maintenant généralement reconnu (e.g. Boisvert et al., 2008b) que cette cartographie constitue la pierre d'assise d'une gestion durable de l'eau souterraine.

Le rapport de la Commission sur la gestion de l'eau au Québec (BAPE, 2000) a donné une place importante aux questions reliées à l'eau souterraine. En effet, suite aux audiences, la Commission a identifié l'eau souterraine comme une des questions stratégiques. Le rapport souligne qu'une bonne gestion de l'eau souterraine exige une connaissance appropriée, mais que cette connaissance est actuellement largement déficiente. Pour pallier à cette déficience, la Commission recommande que des travaux d'envergure pour établir la cartographie hydrogéologique sur le territoire habité du Québec soient entrepris et poursuivis d'une manière systématique, reprenant ainsi plusieurs recommandations émises par Lefebvre et al. (1999).

Dans le sillage de la Commission sur la gestion de l'eau du BAPE, le Gouvernement du Québec a présenté en 2002 une politique de l'eau afin d'assurer la protection de cette ressource, de gérer l'eau dans une perspective de développement durable, et d'assurer une meilleure protection de la santé publique et des écosystèmes (Gouvernement du Québec, 2002). Cette politique fait une place importante au développement des connaissances sur l'eau (axe 3 de l'orientation 1 sur la réforme de la gouvernance). Spécifiquement, l'engagement numéro 5 du gouvernement du Québec est d'entreprendre un inventaire des grands aquifères du Québec, dont l'un des résultats attendus est l'acquisition de connaissances plus adéquates de la quantité et de la qualité des eaux souterraines du Québec.

### **Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec**

Pour donner suite à cet engagement, le MDDEP a lancé le *Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec* (PACES). Ce programme vise principalement à dresser un portrait de la ressource en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but ultime de la protéger et d'en assurer la pérennité. En plus de la réalisation de ce portrait, le PACES vise le développement de partenariats entre les acteurs de l'eau et les gestionnaires du territoire afin de favoriser une saine gestion de la ressource. Dans les faits, le PACES exige que les universités établissent des partenariats financiers avec des organismes impliqués dans la gestion de l'eau (organismes de bassins versants, Conférences régionales des élus, MRC, municipalités, etc.).

Le PACES définit en trois étapes la démarche à suivre pour établir le portrait des eaux souterraines dans une région (Figure 1):

1. la collecte des données existantes et leur intégration dans une base de données,
2. la mise en œuvre de travaux de terrain permettant de compléter l'information existante et d'obtenir un portrait complet des aquifères, et
3. la réalisation d'une synthèse hydrogéologique documentée sous forme d'un rapport et de cartes thématiques.

Le rapport doit aussi contenir des recommandations pour assurer la gestion et la protection des eaux souterraines sur le territoire d'étude.

Une étude de caractérisation des eaux souterraines réalisées dans le cadre du programme PACES comporte :

- une description de la région et du contexte géologique et hydrogéologique,
- un bilan hydrologique (incluant la recharge des nappes et leur niveau d'exploitation),
- un portrait de la qualité de l'eau souterraine,
- une évaluation de la vulnérabilité des nappes et des activités potentiellement polluantes,
- une évaluation de la pérennité de la ressource (quantité et qualité) ainsi que
- des recommandations concernant la gestion et le suivi de la ressource.

L'ensemble des données produites et de la connaissance qui en découle est fondamentale pour les gestionnaires de l'eau souterraine. Puisque les projets PACES sont réalisés en collaboration avec le

milieu, ils intègrent également les préoccupations locales ainsi que le transfert des connaissances vers les intervenants locaux en cours de projet et une fois le projet terminé.

Le Tableau 2 présente les projets en cours de réalisation dans la cadre du PACES, ainsi que les universités responsables et la superficie des territoires couverts. La Figure 2 présente la couverture hydrogéologique réalisée avant le PACES (en rouge) et les projets en cours de réalisation (en jaune). Au terme des projets PACES actuels en 2013, 54% du territoire municipalisé du Québec, soit 65 000 km<sup>2</sup> aura fait l'objet d'une première caractérisation des eaux souterraines. Cette connaissance peut être qualifiée de très partielle et ne peut permettre une gestion éclairée de la ressource en eau souterraine sur l'ensemble du territoire. En effet, le reste du territoire n'a pas été soumis à des études hydrogéologiques depuis les années 1970, et dans certains cas n'a tout simplement jamais été caractérisé.

Tableau 2. Projets subventionnés par le PACES.

<b>Projets subventionnés par le PACES (en cours de réalisation)</b>	<b>Université</b>	<b>Superficie du territoire étudié (km<sup>2</sup>)</b>
Montérégie-Est	INRS-ETE	9 218
Abitibi-Témiscamingue	UQAT	9 188
Saguenay—Lac-Saint-Jean	UQAC	13 210
Centre-du-Québec	UQAM	2 924
Mauricie	UQTR	3 350
Outaouais	Université Laval	13 488
Communauté métropolitaine de Québec	Université Laval	3 051

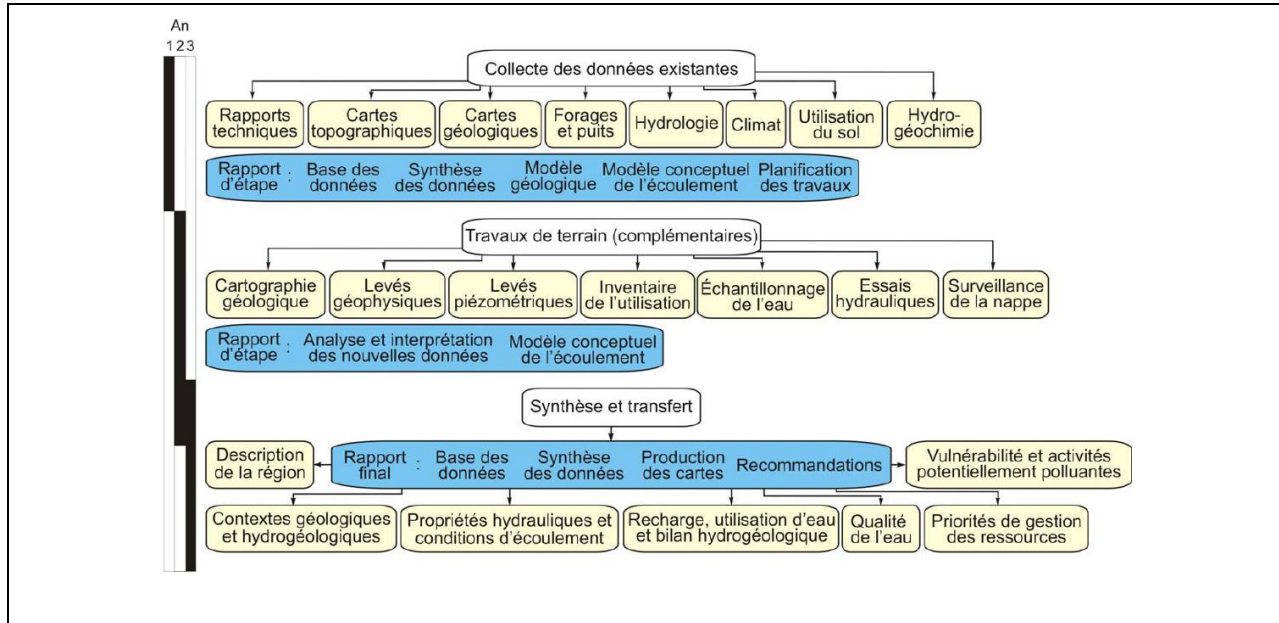


Figure 1. Étapes de réalisation d'un portrait de la connaissance des eaux souterraines d'une région (MDDEP, 2008)

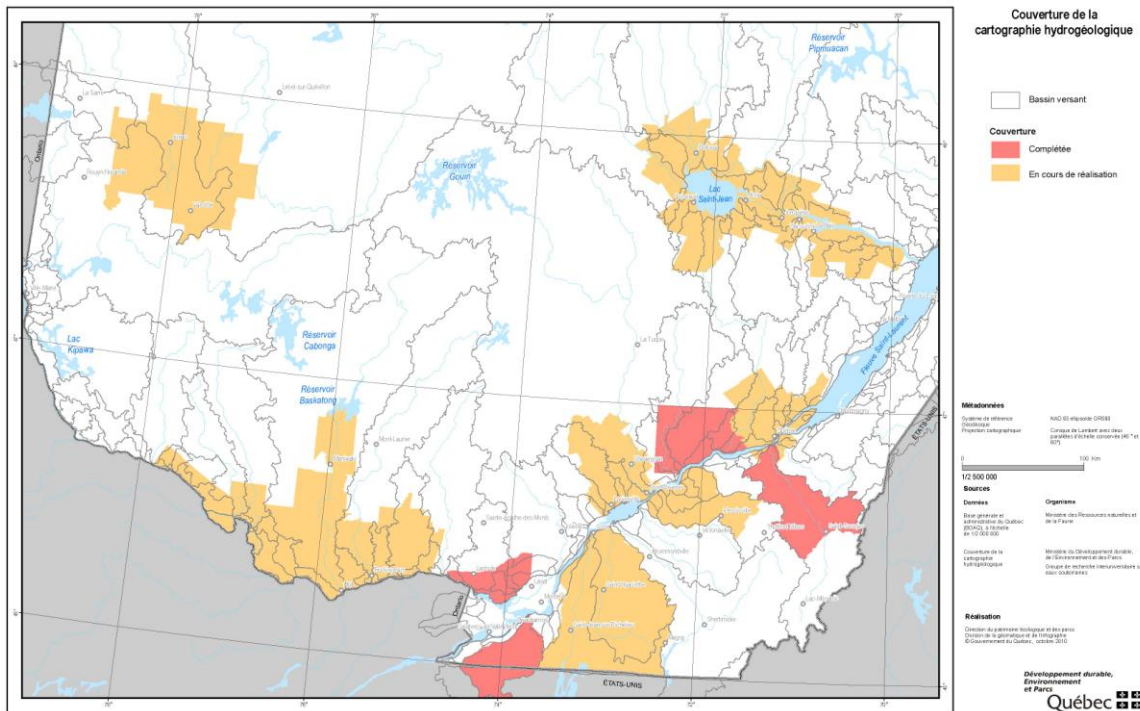


Figure 2. Cartographies hydrogéologiques réalisées et en cours de réalisation au Québec (MDDEP, 2010)

## 3.2 Gestion durable des eaux souterraines

La gestion durable des eaux souterraines est à la base même de la mission et des objectifs du GRIES et sous-tend toutes les activités du regroupement. Pour décrire le concept, nous faisons ici appel à un rapport du Conseil des académies canadiennes (CAC, 2009) sur le sujet. Ce rapport est le résultat d'une réflexion d'un comité d'experts canadiens (scientifiques des eaux souterraines, experts des aspects sociologiques, économiques et juridiques de la gestion durable des eaux souterraines) à qui le gouvernement canadien a demandé de se pencher sur ce qu'il faut pour parvenir à une gestion durable des eaux souterraines.

Le rapport élaboré par CAC (2009) définit de manière très claire la gestion durable des eaux souterraines et présente un état de la situation factuel, concis et à jour qui fait consensus auprès des membres du GRIES. Il nous semble important de rappeler ici certains éléments de cette gestion. Le lecteur est invité à consulter le rapport complet pour plus de détails (<http://sciencepourlepublic.ca/fr/assessments/completed/groundwater.aspx>).

Selon CAC (2009), une politique de gestion durable des eaux souterraines doit se doter des objectifs suivants:

1. protéger les sources d'eau souterraine contre l'épuisement,
2. maintenir la qualité de l'eau souterraine en la protégeant contre la contamination,
3. préserver la viabilité des écosystèmes,
4. parvenir à un bien-être socio-économique et
5. appliquer les principes de bonne gouvernance.

De plus, les auteurs recommandent que les ressources en eau, souterraines et de surface, soient caractérisées et gérées comme un système intégré à l'échelle d'un bassin versant ou d'un bassin hydrogéologique.

Les connaissances scientifiques requises pour une gestion durable des eaux souterraines doivent se développer sur :

1. une base de données complète,
2. une compréhension du cadre géologique dans lequel s'écoule l'eau souterraine,
3. une description quantitative du régime hydrogéologique et
4. une modélisation des écoulements souterrains.

Ces méthodes et outils sont nécessaires pour rendre possible la prise de décision permettant de gérer les eaux souterraines de manière durable. Ces recommandations, faites pour l'ensemble du Canada, sont également valables pour le Québec. D'ailleurs, les projets PACES en cours au Québec pour la caractérisation des aquifères intègrent ces méthodes à l'échelle des bassins hydrogéologiques. La couverture du territoire est toutefois encore trop incomplète pour permettre une gestion durable de la ressource en eau souterraine qui soit intégrée à l'échelle de la province.

Les lacunes à la gestion durable des eaux souterraines ne sont que partiellement d'ordre scientifique et technique. Cette gestion dépend en grande partie d'une gouvernance moins fragmentée, d'une meilleure coordination des ordres de gouvernement, ainsi que d'une meilleure utilisation des connaissances et des méthodes les plus récentes de l'hydrogéologie. Ces aspects sont également intégrés dans les travaux de caractérisation hydrogéologique en cours au Québec. Toutefois, le transfert des connaissances et la mise en œuvre de normes de gouvernance représentent un défi majeur pour le Québec (et ailleurs dans le monde). Il est nécessaire de relever ce défi pour outiller les acteurs de la gestion de l'eau à travers les différents niveaux de gouvernement et entre les ministères, de manière à ce que tous observent les mêmes critères et principes pour atteindre les objectifs de la gestion durable des eaux souterraines.

Le CAC (2009) identifie un certain nombre de sujets qui demandent davantage de recherche pour une meilleure gestion durable des eaux souterraines:

- améliorer les méthodes de caractérisation hydrogéologique;
- améliorer les techniques d'analyse et de transmission des données de nature hydrogéologique;
- améliorer les techniques d'évaluation de la quantité, de la qualité et de la chronologie des eaux souterraines;
- évaluer les effets des changements climatiques sur les eaux souterraines;
- élaborer des modèles intégrant atmosphère, sol, hydrologie et eaux souterraines;
- améliorer les techniques de délimitation des zones de recharge;
- identifier les facteurs techniques, réglementaires et économiques responsables des concentrations élevées en nitrates dans plusieurs grands aquifères;
- évaluer et rapporter les concentrations en contaminants (naturels et anthropiques);
- améliorer la compréhension du transport et de l'évolution des contaminants;
- augmenter l'efficacité de l'utilisation de l'eau dans les secteurs industriels et domestiques;
- concevoir et mettre en place des instruments économiques pour promouvoir une utilisation durable de l'eau souterraine.

À différents degrés, ces questions touchent des défis importants pour mieux comprendre le fonctionnement des eaux souterraines et leurs interactions avec l'hydrosphère. Même lorsque la cartographie hydrogéologique du Québec aura été complétée dans plusieurs années, la compréhension des systèmes aquifères continuera d'évoluer à mesure que de nouvelles technologies et connaissances émergeront.



## **4 NOS PRÉOCCUPATIONS LIÉES AU PROJET D'EXPLOITATION DES GAZ DE SHALE**

### **4.1 Lacunes dans l'état des connaissances**

La protection de la ressource que représentent les eaux souterraines peut être assurée par des normes et des règlements définis à cette fin, lesquels doivent être basés sur un état de connaissances permettant leur application judicieuse. Nous avons abordé plus haut l'état encore très partiel des connaissances sur les eaux souterraines au Québec. Il nous paraît important de rappeler ici que près de 50% du territoire municipalisé de la province n'a pas encore fait l'objet d'études hydrogéologiques régionales. C'est le cas notamment d'une partie significative des territoires envisagés pour l'exploitation des gaz de shale. Hors, comment protéger une ressource qui n'est pas encore bien connue? Il est important, et urgent, de compléter des études hydrogéologiques afin d'assurer une couverture de l'ensemble du Québec. Ces données régionales ne permettront pas de répondre à toutes les questions, mais elles fourniront une compréhension de base des systèmes aquifères à partir de laquelle des études plus détaillées pourront être réalisées.

Une autre lacune importante dans les connaissances actuelles vient du fait que les projets PACES ne permettent l'acquisition de connaissances que sur une portion superficielle des terrains. Le plus souvent, les études hydrogéologiques se limitent à moins de 100 m sous la surface, soit la zone généralement exploitée pour l'eau souterraine. On sait que l'exploitation des gaz de shale doit se faire à des profondeurs de 1000 m ou plus. La tranche de terrain allant de 100 à 1000 m contient certes de l'eau et d'autres fluides, mais elle n'est présentement pas soumise à des études hydrogéologiques régionales. Ainsi, les échanges dans le socle rocheux entre les eaux souterraines superficielles et les eaux plus profondes, soit dans la zone d'exploitation des gaz de shale, sont des éléments pour lesquels très peu de données sont disponibles. Les données recueillies par l'industrie dans ses travaux d'exploration seraient fort utiles pour mieux comprendre la dynamique hydrique des formations entre 100 et 1000 m. Il s'agit ici de trouver un juste milieu entre la protection des données de l'industrie et une gestion collective responsable de la ressource. D'autres initiatives d'acquisition de connaissances pourraient viser à étudier la dynamique de ce système.

D'autre part, les projets PACES actuels se penchent sur la vulnérabilité des eaux souterraines à des contaminations potentielles venant de la surface des terrains. Ces travaux sont très importants pour

encadrer les travaux de forage en surface, mais les contaminations pouvant venir de plus grandes profondeurs ne sont pas considérées dans ces études hydrogéologiques. Sans établir les conditions de base de la qualité de l'eau souterraine et sa dynamique d'écoulement avant le début de l'exploration et de l'exploitation, il sera très difficile, voire impossible, d'établir précisément l'impact des opérations sur la ressource et de distinguer un changement de cause naturelle d'un changement de cause anthropique.

## 4.2 Les enjeux pour l'eau souterraine

Dans cette section, nous désirons mettre en évidence certains enjeux pour l'eau souterraine qui nous paraissent particulièrement importants dans l'exploitation des gaz de shales. Notre objectif n'est pas de présenter une étude scientifique exhaustive, mais plutôt de souligner des aspects de l'exploitation des gaz de shale qui pourraient avoir un impact sur les aquifères.

D'abord, les eaux usées des procédés de forage et de fracturation doivent être stockées temporairement en surface des terrains. L'étanchéité des bassins de stockage doit être totalement assurée et les risques de débordement doivent être prévenus, car ces événements pourraient entraîner la contamination des aquifères superficiels depuis la surface du terrain. L'évaluation de la vulnérabilité des aquifères aux sites de forage est donc très importante.

Une autre préoccupation réside dans une contamination qui aurait lieu le long du forage vertical. Le forage vertical traverse plusieurs unités géologiques contenant des fluides, tels de l'eau et du gaz, à des pressions variables selon le contexte et qui ne sont pas nécessairement en interaction avant la réalisation d'un forage. Il importe que cette situation soit maintenue tout au cours des travaux de l'industrie des gaz de shale, ainsi qu'après la fin de l'exploitation. Ceci requiert que des parois étanches soient mises en place le long des forages pour prévenir les écoulements entre les unités géologiques le long des forages, et ainsi empêcher les fluides d'une unité géologique profonde, par exemple, de contaminer les aquifères plus près de la surface. Bien que les méthodes de forage utilisées prévoient l'installation de caissons étanches en acier et béton jusqu'à une profondeur de 100 m (MRNF, 2010), une contamination peut toujours migrer le long des forages à partir de plus grandes profondeurs ou dans le cas d'une mauvaise installation.

L'unité de shale sera fracturée hydrauliquement à partir de la partie horizontale des forages. Ce procédé requiert l'application de pressions importantes dans le forage pour produire une fracturation de la roche et pour injecter l'eau de fracturation à laquelle on a préalablement ajouté du sable et certains

autres additifs. Le sable permet aux fractures de demeurer entrouvertes après que la pression de fracturation est relâchée. Il importe que la distance de propagation de ces nouvelles fractures soit connue et contrôlée. Dans le cas où des connexions hydrauliques existent entre les formations profondes et celles de surface (e.g. failles ou forte densité de fractures), le fluide utilisé pour la fracturation pourrait migrer vers les nappes d'eau souterraine situées au dessus de l'unité de shale.

La fracturation hydraulique de l'unité de shale mentionnée plus haut vise à augmenter considérablement sa perméabilité, permettant ainsi au gaz de s'en échapper. Un aspect important de ce procédé est qu'une unité de roche initialement très peu perméable devient subitement beaucoup plus perméable. Or les unités de shale peuvent être recouvertes d'autres unités de roche sédimentaire plus perméables que les shales eux-mêmes. D'autre part, à la fin de la période d'extraction du gaz, la pression dans le forage et dans l'unité de shale reprendra les valeurs proches de l'état initial avant l'exploitation du gaz. Une différence possiblement importante est que la perméabilité du shale sera alors augmentée et que les fluides pourront alors y circuler plus facilement qu'auparavant. Ces fluides pourront inclure le gaz résiduel dans le shale, ainsi que des eaux souterraines à salinité élevée (parfois des saumures) présentes dans des unités sous-jacentes au shale. Ces derniers fluides pourraient alors remonter dans les aquifères des niveaux supérieur ou jusqu'à la surface des terrains, d'abord à travers l'unité de shale rendue plus perméable, puis à travers les autres unités de roche sus-jacentes. Cette possibilité est aussi évoquée par Hazen & Sawyer (2009; p.39-42), en lien avec l'exploitation du gaz des shales de Marcellus dans l'état de New York. Cet écoulement vers la surface de fluides profonds pourrait être favorisé par la présence de failles recoupant les unités rocheuses. Il est possible que les effets de cette remontée de nouveaux fluides ne se fassent sentir qu'à moyen ou long termes dans les aquifères près de la surface.

Finalement, il nous paraît important de rappeler que la réalisation des forages et le procédé de fracturation hydraulique requièrent des quantités d'eau significatives. Cette eau doit provenir des plans d'eau de surface ou bien des aquifères. En considérant que 250 puits par année pourraient être mis en exploitation (MRNF, 2010), il y a lieu de s'interroger sur les impacts cumulatifs de ces prélèvements et sur les conflits éventuels entre les utilisateurs de la ressource. Toutes ces extractions d'eau doivent être prises en compte dans l'estimation du bilan hydrique des territoires concernés, et ce dans le but de gérer la ressource en eau de manière intégrée à l'échelle d'un bassin versant ou d'un bassin hydrogéologique. Ceci est particulièrement important dans les portions du territoire où les eaux de surface et souterraines de bonne qualité sont en quantité limitée.

## **5 NOS SUGGESTIONS ET COMMENTAIRES**

### ***1. Compléter la couverture des études hydrogéologiques régionales***

Près de 50% du territoire municipalisé du Québec n'a pas été couvert par des études hydrogéologiques récentes, dont une partie importante des territoires envisagés pour l'exploitation des gaz de shale. Il est important et urgent de réaliser des études hydrogéologiques pour l'ensemble du Québec municipalisé.

### ***2. Rendre publique l'information d'intérêt hydrogéologique recueillie par l'industrie***

Les informations recueillies par l'industrie lors des travaux d'exploration contiennent des données d'intérêt sur les caractéristiques et la vulnérabilité des aquifères, incluant sur la tranche de terrain allant de 100 m jusqu'au sommet des shales à exploiter. La diffusion, ne serait-ce que partielle, de l'information par l'industrie permettrait de mieux évaluer les risques et favoriserait une gestion durable des gaz de shale.

### ***3. Prendre les mesures nécessaires afin d'éviter la contamination des eaux souterraines***

Les mesures nécessaires doivent être prises pour éviter toute contamination de l'eau souterraine causée par les opérations à la surface, l'injection sous pression de l'eau de fracturation et la remontée vers la surface du gaz ou d'eaux souterraines profondes et de mauvaise qualité. Les sites où les aquifères sont les plus vulnérables aux activités polluantes de surface devraient nécessiter un contrôle stricte des pratiques de forage.

### ***4. Prendre en compte les impacts cumulatifs des prélèvements d'eau à l'échelle des régions visées***

L'impact des prélèvements d'eau utilisé pour la fracturation de chaque puits doit être pris en compte lors de l'émission du certificat d'autorisation, qu'il s'agisse d'eau de surface ou d'eau souterraine. Un bilan hydrique intégrant l'ensemble de la ressource en eau doit être réalisé à l'échelle des régions visées.

## **5. Éviter le forage de puits dans les aquifères qui alimentent des réseaux publics de distribution d'eau potable**

Malgré les précautions qui peuvent être prises pour éviter de contaminer les eaux souterraines, il serait avisé d'éviter le forage dans les aquifères importants pour la communauté locale ou potentiellement très productifs, étant donné l'incertitude reliée aux impacts à long terme de l'exploitation des gaz de shale.

## RÉFÉRENCES

- BAPE, 2000. L'eau, ressource à protéger, à partager et à mettre en valeur. Tome 1. Rapport de la Commission sur la gestion de l'eau au Québec. Bureau d'audiences publiques sur l'environnement 142. <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/archives/eau/>
- Boisvert, E., Bolduc, A., Bourque, É., Fagnan, N., Fortier, R., Girard, F., Larose-Charette, D., Lefebvre, R., Martel, R., Michaud, Y., Paradis, D., Parent, M. et Vigneault, H., 2008a. Guide méthodologique pour la caractérisation régionale des aquifères granulaires, Québec: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Contribution 2003016 de la Commission Géologique du Canada, réalisée conjointement avec l'INRS-Géoressources (maintenant INRS-Eau, Terre et Environnement), le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, la MRC de Portneuf et l'université Laval, 101 p. & 2 annexes.  
[http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide\\_granulaires.pdf](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_granulaires.pdf) ISBN : 978-2-550-51189- pdf)
- Boisvert, E., Bourque, É., Cloutier, V., Kirkwood, D., Lauzière, K., Lefebvre, R., Martel, R., Michaud, Y., Miroslav, N., Ouellet, M., Paradis, D., Ross, M., Rousseau, N. et Savard, M.M., 2008b. Guide méthodologique pour la caractérisation régionale des aquifères en roches sédimentaires fracturées, Québec: Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. Réalisé par la Commission Géologique du Canada, INRS-Eau, Terre et Environnement et le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 162 p. & 3 annexes.  
[http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide\\_fractures.pdf](http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/aquiferes/guide_fractures.pdf) ISBN : 978-2-550-51190-8 (pdf)
- Bourque, É., Michaud, Y., Lefebvre, R. et Boisvert, É. (1998). Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : hydrogéochimie des eaux souterraines. Commission géologique du Canada, dossier public 3664-c.
- COBARIC, 2008. Atlas des eaux souterraines du bassin de la rivière Chaudière, secteur de la Basse-Chaudière et de la moyenne Chaudière, CD-Rom.
- Conseil des académies canadiennes. 2009. La gestion durable des eaux souterraines au Canada [ressource électronique] / Comité d'experts sur les eaux souterraines, 276 p.  
<http://www.scienceadvice.ca/fr/assessments/completed/groundwater.aspx>
- Côté, M.-J., Lachance, Y., Lamontagne, C., Nastev, M., Plamondon, R., Roy, N., 2006. Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay. Collaboration étroite avec la Commission géologique du Canada et l'Institut national de la recherche scientifique - Eau, Terre et Environnement. Québec : ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 64 p.
- Fagnan, N., Michaud, Y., Lefebvre, R., Boisvert, É., Parent, M., Paradis, D. et Larose-Charrette, D. (1998). Cartographie hydrogéologique régionale du piémont laurentien dans la MRC de Portneuf : hydrostratigraphie et piézométrie des aquifères granulaires de surface. Commission géologique du Canada, dossier public 3664-b.
- Gouvernement du Québec, 2002. Politique nationale de l'eau. 94 p., Envirodoq ENV/2002/0310.  
<http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/politique/>
- Hazen & Sawyer, 2009. Impact Assessment of Natural Gas Production in the New York City Water Supply Watershed. Report to the New York City Department of Environmental Protection, 90p.

[http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/natural\\_gas\\_drilling/12\\_23\\_2009\\_final\\_assessment\\_report.pdf](http://www.nyc.gov/html/dep/pdf/natural_gas_drilling/12_23_2009_final_assessment_report.pdf);  
consulté le 30 octobre 2010

Lefebvre, R., Michaud, Y., Martel, R., Fagnan, 1999. La cartographie hydrogéologique régionale, Un outil essentiel à l'inventaire des ressources en eaux souterraines. Mémoire du Centre géoscientifique de Québec. MEMO185, octobre 1999, 22 pages et annexes.

MDDEP, 2008. Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du Québec. Guide des conditions générales. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 6 pages + annexes.

MDDEP, 2010. Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm>.

MRNF, 2010. Le développement du gaz de schiste au Québec. Document technique déposé au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 30 p.

Savard, M.M., Nastev, M., Paradis, D., Lefebvre, R., Martel, R., Cloutier, V., Murat, V., Bourque, E., Ross, M., Lauzière, K., Parent, M., Hamel, A. Lemieux, J.-M., Therrien, R., Kirkwood, D., Gélinas, P., Bolduc, A., Rocher, M., Salad-Hersi, O., Castonguay, S., 2010. Caractérisation hydrogéologique régionale et intégrée du système aquifère fracturé du sud-ouest du Québec. Commission géologique du Canada, Bulletin 587. Sous presse.

Therrien, R., 2010. Données sur les eaux souterraines. Document déposé au BAPE dans le cadre de la Commission d'enquête sur le Développement durable de l'industrie des gaz de schiste au Québec, DB79, 24 pages.