

ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ DU RÉGIME QUÉBÉCOIS D'AUTORISATION DE
PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE

Par
Alexandre Blais-Montpetit

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maître en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Madame Caroline Béland-Pelletier

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Septembre 2015

SOMMAIRE

Mots clés : gestion de l'eau souterraine, durabilité, indicateur environnemental, services écologiques, analyse multicritère, *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection*, *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection*, *Schéma d'aménagement et de développement*

Un nouveau régime d'autorisation de prélèvements d'eau est entré en vigueur dans la province de Québec au mois d'août 2014. Il est venu remplacer le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* par l'ajout de dispositions plus spécifiques concernant la protection des puits et le renforcement de la protection des sources. L'objectif de l'essai est d'exécuter une évaluation générale de la durabilité du régime spécifiquement pour l'eau souterraine. Elle permet d'examiner si son application répond à deux enjeux qui sont d'assurer une quantité et une qualité de l'eau aux générations actuelles et futures. L'outil d'évaluation proposé est une grille multicritère élaborée à partir de quatorze critères répartis parmi quatre piliers du développement durable : environnement, social, économique et gouvernance. Un diagnostic de durabilité attribue au régime un indice de rendement durable à trois niveaux : rendement faible, rendement moyen, rendement élevé.

L'évaluation des critères se fait de façon systémique à partir de principes énumérés dans la *Loi sur le développement durable*, de dix-sept indicateurs environnementaux et d'actions prévues par la juridiction du régime. Les résultats de l'analyse démontrent que l'indice de rendement durable de l'enjeu sur la quantité d'eau est « moyen », alors qu'il est « élevé » pour l'enjeu sur la qualité de l'eau. En définitive, l'indice de rendement durable total du régime est « moyen ». La démarche d'analyse effectuée indique que dans sa forme actuelle le régime n'est pas conçu pour surveiller les quantités disponibles à l'échelle des aquifères, mettant plutôt l'accent sur les débits extraits localement et sur la qualité de l'eau en périphérie des sites de prélèvement.

Les conclusions constatent que le régime doit être bonifié pour avoir un rendement plus durable. Par contre, il ne peut pas assurer à lui seul la durabilité de la ressource. Des outils additionnels de gestion doivent s'y greffer. L'essai se termine par l'énumération de dix-sept recommandations durables. Elles consistent essentiellement à développer un système officiel d'indicateurs environnementaux; à considérer la connectivité des eaux souterraines avec les eaux de surfaces; à intégrer de nouvelles dispositions en aménagement du territoire pour soutenir la protection des aires d'alimentation des aquifères; à développer des outils complémentaires permettant de mesurer et de surveiller le niveau des nappes en temps réel; à attribuer une valeur monétaire à la ressource en considérant les biens et services écologiques produits par l'aquifère; à procéder à une reddition de compte des usages de l'eau souterraine aux cinq ans; et à adopter des mesures de gestion adaptative pour pallier les effets des changements climatiques sur les aquifères.

REMERCIEMENTS

La rédaction de l'essai est une besogne colossale, une étape des plus engageantes d'un parcours parsemé d'épreuves, mais combien gratifiante. Cet accomplissement est loin d'être le fruit d'un travail individuel et j'aimerais souligner ici toute ma reconnaissance aux gens qui ont contribué à cette réussite.

J'aimerais d'abord remercier ma directrice madame Caroline Béland-Pelletier qui s'est révélée comme un véritable mentor. Sa guidance, son professionnalisme et sa patience m'ont permis d'élargir ma vision sur le sujet et de donner plus de rigueur à la rédaction. Ses nombreux conseils porteront fruits beaucoup plus loin que l'essai.

Merci à ma conseillère pédagogique du CUFÉ madame Judith Vien. Sa grande écoute, sa compassion et ses judicieux conseils ont favorisé ma réussite durant mon cheminement à la maîtrise.

Je souhaite remercier tous les collaborateurs qui ont participé de près ou de loin à ce projet et plus particulièrement Guillaume Chrétien pour ses conseils de rédaction et sa révision rigoureuse de l'essai.

Je remercie mes parents, Jacques et Michèle, pour leur support inconditionnel dans mes projets depuis toujours. Merci à ma sœur Stéphanie qui a su m'écouter et me supporter autant dans les moments académiques plus éprouvants que ceux les plus réjouissants.

Merci à deux professeurs qui ont eu une grande influence sur moi : M. Murray Hay, ancien professeur de géographie physique à l'Université du Québec à Chicoutimi, et M. Thomas Buffin-Bélanger, professeur de géomorphologie fluviale à l'Université du Québec à Rimouski. Leur passion contagieuse, leur humanisme et leur rigueur m'ont inspiré à poursuivre mon cheminement aux études supérieures.

Merci à M. Marc-André Guertin, enseignant du cours *Valeur des écosystèmes et leur gestion* à l'Université de Sherbrooke. Son feu sacré pour la matière enseignée a largement contribué à la structure de cet essai.

Je veux aussi rendre hommage à ma tante défunte Diane Montpetit qui a su me convaincre de retourner sur les bancs d'école pour compléter mes études secondaires. Son dévouement s'est révélé comme une bougie d'allumage dans le développement de ma curiosité intellectuelle et je lui en suis des plus reconnaissants.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	1
1 SERVICES ÉCOLOGIQUES, PRESSIONS ET VALEUR DE L'EAU SOUTERRAINE	3
1.1 Eau souterraine dans le cycle hydrologique	3
1.1.2 L'aquifère en tant qu'écosystème	3
1.2 Services écologiques	4
1.2.1 Service de régulation.....	4
1.2.2 Service d'approvisionnements	5
1.2.4 Service culturel	5
1.3 Pressions directes	6
1.3.1 Sources de contamination	6
1.3.2 Changement d'affectation des sols.....	7
1.3.3 Prélèvements excessifs.....	8
1.3.4 Changements climatiques et environnementaux	8
1.4 Pressions indirectes	9
1.5 Valeurs économiques de l'eau souterraine	10
2 PORTRAIT DE LA GESTION DE L'EAU SOUTERRAINE AU QUÉBEC	12
2.1 Programmes d'acquisitions de connaissances	12
2.1.1 Première vague.....	12
2.1.2 Deuxième vague.....	12
2.1.3 Troisième vague	13
2.2 État des connaissances.....	14
2.2.1 Bilan sur les quantités d'eau prélevées	14
2.2.2 Bilan sur la qualité de l'eau.....	18
2.3 Principales parties prenantes dans la gestion de la ressource	19
2.3.1 Municipalités régionales de comté.....	19
2.3.2 Municipalités et communautés métropolitaines	20

2.3.3 Organismes de bassin versant	21
2.3.4 Industries, commerces et institutions	21
2.3.5 Producteurs agricoles	21
2.3.6 Citoyens	22
2.3.7 Gouvernement provincial.....	22
2.3.8 Gouvernement fédéral.....	22
3 CADRE JURIDIQUE.....	24
3.1 Trois piliers juridiques du régime d'autorisation de prélèvement des eaux	24
3.1.1 Loi sur la qualité de l'environnement	24
3.1.2 Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection.....	25
3.1.3 Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection.....	27
3.2 Loi sur le développement durable	28
3.2.1 Principe de précaution.....	28
3.3 Autres juridictions	29
3.3.1 Ontario	29
3.3.2 Colombie-Britannique.....	30
3.3.3 Arizona.....	31
3.4 Systèmes d'indicateurs pour mesurer les quantités d'eau	32
3.4.1 Ontario	32
3.4.2 Colombie-Britannique.....	34
3.4.3 Arizona.....	34
4 CRITÈRES DE DURABILITÉ ET INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX	36
4.1 Définition des critères	36
4.1.1 Critères pour évaluer la quantité d'eau	36
4.1.2 Critères pour évaluer la qualité de l'eau.....	38
4.1.3 Critères pour évaluer la gouvernance de la ressource	39
4.2 Indicateurs environnementaux	40

4.2.1 Indicateurs pour mesurer les critères de la quantité d'eau souterraine disponible	40
4.2.2 Indicateurs pour mesurer les critères de la qualité de l'eau souterraine.....	43
4.2.3 Indicateurs de gouvernance.....	46
4.3 Synthèse des critères colligés à leurs indicateurs	47
5 ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ	49
5.1 Modèle de durabilité préconisé	49
5.2 Cadre d'analyse	51
5.2.1 Description des six paramètres du cadre d'analyse.....	51
5.3 Évaluation multicritère	53
5.3.1 Description des deux grilles d'évaluation	53
5.3.2 Indices de rendement durable.....	55
6 ANALYSE	59
6.1 Analyse des résultats de l'enjeu sur la quantité d'eau disponible	59
6.1.1 Dimension environnementale.....	59
6.1.2 Dimension sociale	60
6.1.3 Dimension économique.....	61
6.2 Analyse des résultats de l'enjeu sur la qualité de l'eau	62
6.2.1 Dimension environnementale.....	62
6.2.2 Dimension sociale	63
6.2.3 Dimension économique.....	64
6.3 Analyse des résultats sur la gouvernance	64
6.4 Analyse globale de la durabilité du régime	65
7 RECOMMANDATIONS	67
7.1 Recommandations générales	67
7.2 Recommandations pour assurer les quantités d'eau	67
7.3 Recommandations pour assurer la qualité de l'eau	68
7.4 Recommandations sur la gouvernance	70

CONCLUSION	72
RÉFÉRENCES.....	74
BIBLIOGRAPHIE	85
ANNEXE 1 - HYPOTHÈSES DE CALCUL DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE.....	86
ANNEXE 2 - COUVERTURE GÉOGRAPHIQUE DES PACES	87
ANNEXE 3 - NIVEAUX DE DÉPENDANCES À L'EAU SOUTERRAINE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ	88
ANNEXE 4 - DÉPASSEMENTS DE CONCENTRATIONS MAXIMALES ACCEPTABLES DES NORMES DE POTABILITÉ PAR RÉGION ÉTUDIÉE	89
ANNEXE 5 - DÉPASSEMENTS ESTHÉTIQUES PAR RÉGION ÉTUDIÉE	91
ANNEXE 6 - DÉFINITION DES SEIZE PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE.....	93
ANNEXE 7 - MATRICE JACQUES WHITFORD.....	95
ANNEXE 8 - VARIABILITÉ DES NIVEAUX D'EAU EN ARIZONA.....	96
ANNEXE 9 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX.....	97
ANNEXE 10 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES SOCIAUX	99
ANNEXE 11 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES ÉCONOMIQUES	101
ANNEXE 12 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX.....	102
ANNEXE 13 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES SOCIAUX	106
ANNEXE 14 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ÉCONOMIQUES.....	108
ANNEXE 15 - CADRE DES CRITÈRES SUR LA GOUVERNANCE.....	109

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Diagramme présentant les bénéfices provenant des quatre services écologiques de l'aquifère	4
Figure 2.1	Pourcentage d'utilisation de l'eau souterraine dans les régions étudiées par les PACES	16
Figure 2.2	Diagramme à barres de la répartition de l'eau souterraine par secteur d'activité de chaque région étudiée par les PACES	17
Figure 2.3	Diagramme circulaire illustrant la moyenne provinciale d'utilisation de l'eau souterraine par secteur d'activité	18
Figure 3.1	Classes de percentiles correspondants aux niveaux des nappes du <i>United States Geological Survey</i>	35
Figure 5.1	Modèle de DD préconisé pour l'évaluation de la durabilité du régime	50
Figure 5.2	Synopsis des six paramètres du cadre d'analyse	51
Tableau 2.1	Pourcentage de prélèvement annuel par rapport au taux de recharge de cinq régions étudiées par les PACES	15
Tableau 2.2	Description des trois catégories de prélèvement	20
Tableau 3.1	Classes des percentiles comprenant trois niveaux d'alertes pour l'Ontario	33
Tableau 4.1	Tableau synthèse des six critères sur la quantité d'eau souterraine disponible	36
Tableau 4.2	Tableau synthèse des six critères sur la qualité de l'eau souterraine	38
Tableau 4.3	Tableau synthèse des trois critères sur la gouvernance de la ressource	39
Tableau 4.4	Tableau synthèse des sept indicateurs servant à mesurer les critères sur la quantité d'eau souterraine	41
Tableau 4.5	Équation pour mesurer l'étendue régionale de l'épuisement d'une nappe phréatique	42
Tableau 4.6	Équation pour déterminer la quantité d'eau totale prélevée en fonction de la recharge disponible	42
Tableau 4.7	Tableau synthèse des sept indicateurs servant à mesurer les critères sur la qualité de l'eau	43

Tableau 4.8	Tableau synthèse des trois indicateurs servant à mesurer les critères de gouvernance	46
Tableau 4.9	Matrice des critères de durabilité colligés à leurs principes DD et leurs indicateurs respectifs	47
Tableau 5.1	Échelle de notation de la performance durable des critères	52
Tableau 5.2	Format de hiérarchisation et d'attribution des valeurs accordées à chaque critère d'une même dimension du DD	54
Tableau 5.3	Équation de la valeur pondérée du critère	54
Tableau 5.4	Équation de la valeur pondérée totale d'une dimension du DD	54
Tableau 5.5	Équations de la valeur pondérée maximale totale d'une dimension du DD	55
Tableau 5.6	Définition des trois indices de rendement durable	55
Tableau 5.7	Code couleur associée aux indices de rendement durable	55
Tableau 5.8	Grille d'évaluation multicritère de la quantité d'eau	56
Tableau 5.9	Grille d'évaluation multicritère de la qualité de l'eau	57
Tableau 5.10	Indice de rendement durable global du régime	58

LISTE DES ACCRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

\$	Dollars canadien
\bar{x}	Moyenne
Σ	Somme
%	Pourcentage
<	Plus petit que
>	Plus grand que
art.	Article
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BV	Bassin versant
CA	Conseil d'administration
CMA	Concentration maximale acceptable
cm	Centimètre
CM	Communauté métropolitaine
CMQ	Communauté métropolitaine de Québec
COBARIC	Comité de bassin de la rivière Chaudière
DD	Développement durable
ÉIE	Évaluation d'impact sur l'environnement
Ha	Hectare
ICI	Industrie, commerce et institution
km	Kilomètre
LAU	<i>Loi sur l'aménagement et l'urbanisme</i>
LCÉE	<i>Loi canadienne sur l'évaluation environnementale</i>
LDD	<i>Loi sur le développement durable</i>
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
m	Mètre
m ²	Mètre carré
m ³	Mètre cube
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques
mm	Millimètre
mm ³	Millimètre cube

MRC	Municipalité régionale de comté
n. d.	Non disponible
OBV	Organisme de bassin versant
PACES	Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines
par.	Paragraphe
PNE	Politique nationale de l'eau
PSE	Paielement pour services écologiques
RCES	<i>Règlement sur le captage des eaux souterraines</i>
RPEP	<i>Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection</i>
SAD	Schéma d'aménagement et de développement
s. d.	Sans date
SIG	Système d'information géographique
SIH	Système d'information hydrogéologique
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
USEPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
VET	Valeur économique totale

LEXIQUE

Aquifère	« Unité géologique perméable comportant une zone saturée qui conduit suffisamment d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe et le captage de quantités d'eau appréciables à un puits ou à une source. » (Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES), 2012a)
DRASTIC	« Système de cotation numérique utilisé pour évaluer la vulnérabilité intrinsèque d'un aquifère, soit sa susceptibilité de se voir affecter par une contamination provenant directement de la surface. Les sept facteurs considérés sont : la profondeur du toit de la nappe, la recharge, la nature de l'aquifère, le type de sol, la pente du terrain, l'impact de la zone vadose et la conductivité hydraulique de l'aquifère. » (RQES, 2012a)
Durabilité	« Concept qui vise à préserver le capital économique, social et environnemental de manière à répondre aux besoins présents, sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs. » (Canada. Société canadienne de l'hypothèque et du logement, 2015)
Étiage	« Niveau minimal atteint par un cours d'eau ou un lac en période sèche. » (Québec. Centre d'expertise hydrique, 2013)
Gestion adaptative	« Processus planifié et systématique permettant d'améliorer continuellement les pratiques de gestion environnementale en acquérant des connaissances sur leurs résultats. » (Canada. Agence canadienne d'évaluation environnementale, 2013)
Gouvernance	« Désigne les nouveaux modèles d'action en émergence résultant de la combinaison plus ou moins concertée d'acteurs sociaux provenant de divers milieux (privé, public, civique) dans le but d'influencer les systèmes d'action dans le sens de leurs intérêts. » (Hamel, 2003, p. 378)
Installation d'élevage	« Bâtiment d'élevage ou cour d'exercice dans lesquels sont élevés les animaux. » (<i>Règlement sur les exploitations agricoles</i> , art. 3, al. 5)
Nappe phréatique	« Ensemble des eaux souterraines comprises dans la zone saturée d'un aquifère et accessibles par des puits. » (RQES, 2012a)
Parcelle	« Portion de terrain d'un seul tenant, constituée d'une même culture et nécessitant une même fertilisation, qui appartient à un même propriétaire et qui constitue un lot ou une partie de lot. » (<i>Règlement sur les exploitations agricoles</i> , art. 3, al. 8)
Prélèvement d'eau	« Toute action de prendre de l'eau de surface ou de l'eau souterraine par quelque moyen que ce soit. » (<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i> , art. 31.74, par. 1, al. 1)
Recharge	« Renouvellement en eau de la nappe, par infiltration de l'eau des précipitations dans le sol et percolation jusqu'à la zone saturée. » (RQES, 2012a)

<i>Res communis</i>	« Signifie la chose commune. De sa nature, insusceptible d'un droit de propriété : elle est à la fois inappropriée et inappropriable. L'absence de droit de propriété de la chose commune vaut autant pour l'État que pour les particuliers. » (Cantin Cumyn et autres, 1999, p. 1)
Suivi piézométrique	« Suivi sur la hauteur atteinte par l'eau souterraine dans un puits pour atteindre l'équilibre avec la pression atmosphérique; généralement exprimée par rapport au niveau moyen de la mer. » (RQES, 2012a)
Valeur économique totale	« Valeur qui englobe les valeurs d'usage et de non usage (ou d'usage passif). Les valeurs d'usage correspondent à l'utilisation effective (par exemple, visite d'un parc national), envisagée (visite prévue à l'avenir) ou possible du bien en question. La valeur de non usage est égale au consentement à payer pour préserver un bien que l'on n'utilise pas effectivement, que l'on ne peut envisager d'utiliser ou qu'il est impossible d'utiliser. » (Organisme de Coopération et de Développement Économiques, 2007, p. 94)
Vulnérabilité	« C'est la sensibilité de l'aquifère à toute contamination provenant de la surface du sol en faisant abstraction des propriétés du contaminant. » (Nastev, 2005)
Zone riparienne	Zone plus ou moins large recouverte de végétation et longeant un cours d'eau. Il s'agit d'une zone tampon entre le cours d'eau et les hautes terres adjacentes. (United Nations Multilingual Terminology Database, s. d.)

INTRODUCTION

Un des enjeux environnementaux prioritaires du 21^e siècle est l'accès à une eau douce de qualité et en quantité suffisante pour subvenir aux besoins des collectivités (De Ladurantaye, 2015). Pourtant, la planète ne manque pas d'eau puisqu'elle en est recouverte à 72 %. L'ennui c'est que 97,5 % de cette eau est salée, donc non potable. En fait, sur le 2,5 % d'eau douce disponible sous toutes ses formes, on constate que l'eau souterraine et l'eau sous forme solide (glacier et neige) représentent les réserves d'eau les plus abondantes avec respectivement 30,1 % et 68,7 % de la ressource. Le 1,2 % excédant se trouve dans les lacs, rivières et tourbières sous forme liquide. (États-Unis. United States Geological Survey, 2015a) En dépit de certaines difficultés techniques pour la prélever, l'eau souterraine représente tout de même le réservoir d'eau douce à la fois le plus accessible et le plus abondant pour assurer la sécurité hydrique des collectivités. Le Québec dispose d'un privilège indéniable, puisqu'il possède 3 % de la réserve mondiale d'eau douce renouvelable (Québec. Ministère de l'Environnement, 2002) et que l'eau souterraine y est prélevée sur 90 % de son territoire (Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC), 2015a). L'avantage de la prélever est sa qualité généralement excellente sans avoir à la traiter. Toutefois, une négligence dans sa gestion entraîne parfois des problèmes d'usage à l'échelle locale et régionale.

La tragédie de contamination de l'eau souterraine par la bactérie *E. Coli* à Walkerton en 2000 a soulevé plusieurs inquiétudes de santé publique à l'échelle canadienne. Suite à cet événement, chaque province s'est dotée d'un cadre réglementaire afin de protéger ses sources d'alimentation. Le Québec n'y a pas fait exception en adoptant en 2002 le *Règlement sur le captage des eaux* (RCES). Mais en dépit de cette réglementation, la province a tout de même connu dans la dernière décennie de nombreux cas documentés de puits contaminés aux nitrites/nitrates ou au trichloréthylène dans les municipalités de Shannon, Waterloo, Roxton Pond, Bedford et plus récemment à Saint-Étienne-des-Grès en Mauricie. L'entrée en vigueur au mois d'août 2014 d'un nouveau régime d'autorisation de prélèvements d'eau souterraine et d'eau de surface est venue réformer l'ancienne juridiction. Ce régime comprend la section V de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE), la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection* et le *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP). Cette réforme a permis d'atténuer certaines inquiétudes sur la ressource en y ajoutant des dispositions de protection des puits en prévision de projets d'exploitation d'hydrocarbures, de nouvelles mesures concernant le monde agricole et un renforcement de la protection des sources destinées à l'alimentation en eau potable. Malgré ces dispositions, un questionnement persiste sur la durabilité réelle de ces nouvelles normes pour assurer une quantité et une qualité d'eau aux générations actuelles et futures. Afin d'éclaircir ce questionnement, le présent essai évalue

de façon générale la durabilité du nouveau régime spécifiquement pour la ressource en eau souterraine du Québec municipalisé.

L'objectif principal consiste à analyser la durabilité du régime à partir de quatre piliers indissociables du développement durable (DD) : environnement, social, économique et gouvernance. Trois objectifs spécifiques forment les parties centrales de l'essai et contribuent à l'atteinte de l'objectif principal. Le premier objectif spécifique développe un outil d'analyse de durabilité à partir d'une grille d'évaluation composée de quatorze critères. Le deuxième objectif spécifique attribue à chaque critère une note de performance durable à partir d'un cadre d'analyse. La note est calculée selon une appréciation entre la cohérence du critère avec les principes de DD énumérés dans la *Loi sur le développement durable (LDD)*, un ou plusieurs indicateurs environnementaux et des actions extraites de la juridiction du régime. Le troisième objectif spécifique attribue un indice de rendement durable global au régime. L'indice de rendement durable peut-être faible, moyen ou élevé.

Une revue de littérature a permis de recueillir de l'information à partir de sources variées provenant de nombreux rapports de groupes de recherche, de périodiques scientifiques, de sites gouvernementaux, de monographies et d'articles de presse. La qualité et la variété des sources consultées sont assujetties à des critères d'évaluation rigoureux dans le but de présenter de l'information rationnelle et objective. Une attention particulière a été portée à la provenance des sources, à la réputation de l'auteur ou du groupe d'auteurs, à l'année de publication, à l'objectivité et à l'exactitude des données présentées.

L'essai est divisé en sept chapitres. Le premier chapitre présente l'aquifère en tant qu'écosystème par une description des services écologiques qu'il produit. Un survol des pressions directes, des pressions indirectes et une estimation de sa valeur monétaire relative viennent compléter la section. Le deuxième chapitre s'oriente vers un portrait sommaire de la gestion de l'eau souterraine au Québec, à partir d'un survol du bilan de l'état des connaissances et des principales parties prenantes de la ressource. Le troisième chapitre décompose sommairement la juridiction se rattachant au régime d'autorisation de prélèvement d'eau souterraine. Une section présente trois juridictions nord-américaines dans le but de les comparer avec celle du Québec. Le quatrième chapitre décrit les quatorze critères choisis pour l'évaluation de la durabilité et les dix-sept indicateurs environnementaux s'y rattachant. Le cinquième chapitre décrit la méthodologie préconisée pour effectuer l'évaluation multicritère. Le sixième chapitre consiste en une analyse des résultats obtenus. Finalement, le septième chapitre énumère dix-sept recommandations durables pour optimiser le régime.

1 SERVICES ÉCOLOGIQUES, PRESSIONS ET VALEUR DE L'EAU SOUTERRAINE

L'objet du présent chapitre est de décrire les services écologiques produits par l'aquifère et d'identifier les pressions directes et indirectes qui accentuent sa dégradation. La dernière section attribue une valeur monétaire relative au service écologique d'approvisionnement. Les informations colligées ici serviront de canevas dans l'élaboration des critères de durabilité du chapitre 4.

1.1 Eau souterraine dans le cycle hydrologique

Les eaux souterraines proviennent essentiellement de précipitations liquides ou de la fonte de précipitations solides qui s'infiltrent verticalement dans le sol. La vitesse d'écoulement souterrain est lente en raison de causes physiques et hydrodynamiques complexes. De cette façon, les distances parcourues par une molécule d'eau souterraine sont généralement courtes comparativement à celles d'une molécule d'eau en surface. Son temps de séjour dans les réservoirs hydrologiques est inversement proportionnel à sa vitesse d'écoulement. Ce temps varie en termes d'années, voire même de siècles avant que l'eau souterraine puisse poursuivre son cycle en alimentant les lacs, les rivières, l'océan, ou être captée par l'humain pour des usages variés (agriculture, consommation, etc.), d'où l'importance de bien la gérer pour mieux la protéger (Banton et Bangoy, 1997). L'eau souterraine est habituellement d'excellente qualité, car elle nécessite rarement des traitements chimiques ou biologiques avant de la consommer. Comme elle se trouve à proximité de résidences, l'intérêt pour la prélever est grand.

1.1.2 L'aquifère en tant qu'écosystème

De la fin du XIX^e au milieu du XX^e siècle, l'étude des eaux souterraines était possible grâce à l'hydrogéologie, une science qui s'appliquait uniquement pour traiter des interactions entre l'eau souterraine et les eaux de surfaces selon les processus géologiques retrouvés sur place (Banton et Bangoy, 1997). Or, depuis les années 1980, il est maintenant reconnu que le milieu aquatique souterrain n'est pas uniquement minéral, mais aussi composé d'une multitude de communautés de micro-organismes (Datry, 2003). Les eaux souterraines renferment des milieux de vie riches en biodiversité qui produisent de nombreux biens et services écologiques à l'être humain (Schmidt et Hahn, 2011). Cette association entre les composantes biotiques et abiotiques permet maintenant de catégoriser l'aquifère en tant qu'écosystème à part entière, ce qui introduit du même coup la science de l'écologie aux côtés de l'hydrogéologie dans son processus de caractérisation et de gestion.

1.2 Services écologiques

Les services écologiques représentent les produits d'un écosystème ou les intérêts de son capital naturel. Ils sont bénéfiques au mieux-être de l'humain tout en étant gratuits. Lorsque l'aquifère est géré de façon durable, la mise en valeur des services écologiques a des impacts positifs sur les quantités d'eau souterraine disponibles et sa qualité pour consommation. Bien les connaître est un préalable pour mieux en apprécier leur valeur. La figure 1.1 illustre les bénéfices qui découlent des services écologiques de l'aquifère de sa zone de recharge à sa zone de décharge.

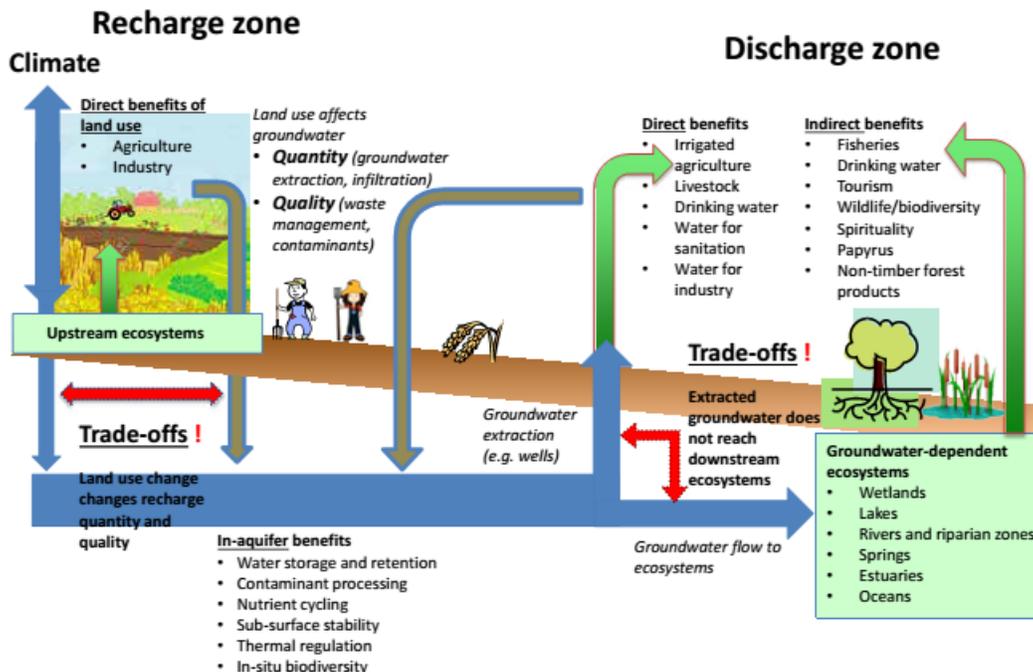


Figure 1.1 Diagramme présentant les bénéfices provenant des quatre services écologiques de l'aquifère (tiré de : CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems, 2015, p. 3)

1.2.1 Service de régulation

La quantité d'eau contenue dans un aquifère contribue à maintenir l'équilibre écologique de plusieurs écosystèmes aquatiques terrestres. La connectivité entre l'eau souterraine et plusieurs cours d'eau assure un débit minimal en période d'étiage. Ces écosystèmes servent d'habitats à de nombreuses espèces fauniques qui ne pourraient survivre sans ces apports. L'aquifère en tant qu'écosystème contribue au contrôle de l'érosion par l'absorption d'une quantité d'eau de ruissellement en agissant comme une éponge. L'emmagasinement de l'eau souterraine permet aussi de régulariser l'érosion des sols en alimentant la flore terrestre. En effet, plusieurs espèces floristiques des zones ripariennes en sont dépendantes (Sinclair, 2001). L'aquifère produit un service de régulation en purifiant l'eau grâce aux micro-organismes qui le colonisent.

Ils sont constitués de protistes, de microbes, d'arthropodes, de nématodes, de bactéries et de petits invertébrés ayant des fonctions très spécialisées (Humphreys, 2009). Ils participent à la dégradation des composés organiques, éliminant du même coup certains polluants et pathogènes. Ces micro-organismes remplissent les vides interstitiels dans le sol, modifient le potentiel redox et participent à la production de biofilms. Cette contribution favorise la conductivité hydraulique dans les sédiments poreux tout en optimisant l'efficacité du système de drainage souterrain. (Griebler et Avranov, 2015) La dégradation de la qualité des eaux souterraines peut entraîner des répercussions sur toutes les composantes du cycle de l'eau (Bergkamp et Cross, s. d.).

1.2.2 Service d'approvisionnements

Le service d'approvisionnement offre des bénéfices significatifs, car les aquifères sont des réservoirs où l'eau peut s'emmagasiner des dizaines, voire des centaines d'années. Ces réservoirs permettent d'alimenter en eau les communautés rurales et urbaines toute l'année et durant des périodes de sécheresse prolongées. L'eau souterraine représente 32 % de l'approvisionnement du territoire municipalisé couvert par les *Programmes d'acquisition de connaissances des eaux souterraines* (PACES) (voir figure 2.1). Ces réservoirs ne sont pas exposés à l'évaporation et les caractéristiques physiques des couches géologiques peuvent leur fournir une protection naturelle contre des impacts négatifs anthropiques. Les eaux souterraines approvisionnent aussi les industries. Cet approvisionnement permet de maintenir leurs chaînes d'opérations que ce soit pour la production alimentaire, la transformation de minerais ou comme source d'eau de refroidissement de procédés industriels. Enfin, l'eau provenant d'aquifères profonds produit une source d'énergie propre par la géothermie. (Griebler et Avranov, 2015)

1.2.4 Service culturel

Ce service représente les bénéfices non matériels produits par l'aquifère. Les eaux souterraines font partie intégrante de la vie quotidienne des collectivités en s'insérant dans les relations sociales, dans certaines valeurs spirituelles et dans l'avancement de la science (Bergkamp et Cross, s. d.). En ce sens, certains aquifères fournissent des eaux minérales qui seraient reconnues pour leurs vertus thérapeutiques (Griebler et Avranov, 2015).

Un autre service culturel est l'utilisation des micro-organismes comme bio-indicateur précoce de la qualité de l'eau. Ces paramètres écologiques constituent un instrument supplémentaire très sensible pour caractériser l'eau souterraine. Les écarts de valeurs de micro-organismes par millilitre d'eau par rapport à l'état de référence témoignent généralement d'une perturbation externe. Il peut s'agir d'apports directs de

matières fécales ou de polluants organiques. (Suisse. Office fédéral de l'environnement, 2015) L'utilisation de ces bio-indicateurs permet de prévenir des problèmes de santé publique.

Une valeur éducative est également attribuable aux aquifères parce que les eaux souterraines contribuent au développement de la connaissance. Plusieurs institutions universitaires du Québec disposent de départements de recherche en environnement, hydrogéologie, génie civil et aménagement du territoire auxquels s'intègrent divers domaines d'expertises qui contribuent au développement de la société.

1.3 Pressions directes

Les pressions directes sont des actions influencées ou non par l'homme. Elles contribuent à la dégradation des services écologiques produits par les aquifères. Cette dégradation signifie une réduction des avantages sur la quantité et de la qualité de la ressource obtenue par ces services.

1.3.1 Sources de contamination

La contamination des aquifères a des impacts sur le service écologique de régulation en menaçant la qualité de l'eau pour la consommation. Elle peut être d'origine naturelle ou anthropique. Lorsqu'elle est anthropique, la contamination provient des activités industrielles, agricoles ou résidentielles à partir de sources diffuses ou ponctuelles.

Les sources de contamination diffuses proviennent de l'effet cumulatif de contaminants sur une longue période de temps. L'épandage de fertilisants et de pesticides sur les terres agricoles est la principale source de pollution diffuse des eaux souterraines. (Organisme de bassin versant de la Yamaska, 2012). Des cas isolés de contaminations industrielles associées aux composés organiques volatils comme le trichloroéthylène ont été répertoriés à Roxton Pond, Waterloo et dans la municipalité de Shannon. Ce produit était jadis utilisé comme nettoyant et produit dégraissant (Giguère, 3 mars 2014). En plus de rendre l'eau impropre à la consommation, la contamination diffuse peut entraîner une modification du peuplement microbien dans le sous-sol et compromettre le bon fonctionnement des aquifères.

Par ailleurs, les sources de contamination ponctuelles sont directes. Elles proviennent de points uniques et identifiables ayant généralement de grandes concentrations de polluants à court terme. L'utilisation de sel de déglacage sur les routes, les fosses septiques non conformes, les fuites de réservoirs ou de pipelines contenant des hydrocarbures et l'épandage de boues résiduelles en sont quelques exemples. (Organisme de bassin versant de la Yamaska, 2012)

Un cas récent de contamination ponctuelle a été observé au début de l'année 2015 à Saint-Étienne des Grès en Mauricie. L'eau de sept puits artésiens dépassait les normes provinciales de nitrites et nitrates en plus de concentrations élevées de chlorure et de sodium. Le chlorure et le sodium pourraient être associés aux sels de déglacage épandus par Transports Québec sur l'autoroute 55. (Delisle, 10 avril 2015) Après plusieurs semaines d'échantillonnage, la présence de nitrites / nitrates dans les puits a été corrélée au taux de concentration élevée de matières fertilisantes épandues sur les terres agricoles voisines. Cette pollution dépassait toujours les normes agroenvironnementales du MDDELCC au moment d'écrire ce présent essai. (Cloutier, 10 juillet 2015)

Un cas de contamination ponctuelle industrielle s'observe présentement à Ville Mercier. Sa nappe d'eau souterraine a été contaminée par des rejets de déchets industriels liquides composés d'hydrocarbures et d'huiles d'hydrocarbures déchargés dans des gravières et sablières entre 1968 et 1969. L'eau contaminée de la nappe est toujours impropre à la consommation. (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE), 1994)

1.3.2 Changement d'affectation des sols

Les changements d'affectation des sols ont des répercussions sur les zones de recharges des nappes d'eau souterraines. Cette pression contribue à la détérioration des services écologiques d'approvisionnement (quantité) et de régulation (qualité) par l'augmentation des surfaces imperméables. Il en résulte une modification du cycle hydrologique à l'échelle locale, car l'imperméabilisation des surfaces empêche les eaux de pluie de percoler dans les aires de recharge. Cela a pour effet d'augmenter le ruissellement, ce qui entraîne des charges de composés organiques chimiques, divers pathogènes et des composés d'azote retrouvés en surface. La nappe phréatique s'expose alors à des impacts potentiels de contamination. (Global Water Partnership, 2014) Des exemples concrets de cette pression sont l'étalement urbain et le développement industriel.

Une des préoccupations observées en région à propos des changements d'affectation des sols concerne le développement de l'industrie minière. Des impacts possibles sur la qualité de l'eau souterraine sont anticipés durant les phases d'exploration et d'exploitation. Ces impacts seraient reliés au potentiel de lixiviation ou de génération acide de certains métaux et de l'infiltration des eaux minières non traitées sous les parcs à résidus miniers (BAPE, 2013). Des exemples comportant des préoccupations sur les aquifères régionaux sont l'augmentation du parc minier dans la région de l'Abitibi Témiscamingue (Cloutier et autres, 2013), un projet de mine d'apatite sur la Côte-Nord (BAPE, 2013) et l'extraction de gisements de sel aux Îles-de-la-Madeleine (Chaillou et autres, 2012).

1.3.3 Prélèvements excessifs

L'eau des nappes souterraines est une ressource qui est renouvelable, mais qui peut devenir limitée si les prélèvements surpassent le volume de recharge. Ces pressions contribuent à détériorer les services écologiques d'approvisionnement et de support. Des prélèvements excessifs peuvent occasionner autant d'impacts sur les milieux naturels que sur la dynamique sociale d'un bassin versant (BV). Dans le milieu naturel, cela entraîne une diminution du débit minimal des cours d'eau à l'étiage et compromet la connectivité de certains milieux humides où se trouvent des zones de résurgences. Ces milieux se voient confronter à un assèchement temporaire ou permanent. Au niveau social, les conflits d'usages sont à prévoir lorsqu'une augmentation des prélèvements est supérieure aux taux de recharges estimés. L'intensification de l'agriculture peut également présenter un niveau de risques par l'augmentation de l'irrigation.

Un cas de pénurie d'eau souterraine a déjà été observé à Robertsonville à la fin de l'été de 1979. La municipalité a dû acheter de l'eau à la ville de Thetford Mines pour pourvoir à la demande de ses citoyens. (Québec. Ministère de l'Environnement, 1981) Plus récemment, la municipalité du Lac-Brome a subi un épuisement de ses nappes d'eau entre le 1^{er} mai et le 31 octobre 2012 (CNW Telbec, 20 février 2013). Cette situation a créé un conflit d'usage entre les résidents et le secteur d'activité des industries, commerces et institutions (ICI). Selon les informations rapportées par le journal local *Le Guide*, « une étude sur la consommation d'eau potable à Lac-Brome révèle que l'entreprise *Emballage Knowlton* utilisait à elle seule 26 % de l'eau disponible comparativement aux citoyens qui en utilisaient 63 % » (Noisieux, 1^{er} novembre 2012). De même, des conflits d'usage sévissent présentement dans la région métropolitaine de Vancouver en raison d'une sécheresse historique. Les officiers municipaux auraient reçu en date du 21 juillet 2015 pas moins de 2080 plaintes de résidents qui dénoncent des prélèvements excessifs par la population locale. Ce nombre de plaintes est 18 fois plus élevé qu'à l'été 2014. Des usages excessifs de la ressource seraient une des causes de l'épisode actuel de stress hydrique. (Fumano, 21 juillet 2015)

1.3.4 Changements climatiques et environnementaux

Les variations climatiques influencent les relations qu'entretient l'être humain avec son environnement. Les impacts de cette pression directe sur l'aquifère se traduisent par la modification de paramètres hydrologiques des bilans de recharges annuels des nappes. D'après les résultats de recherches effectuées par Rivard et autres en 2003, la recharge annuelle pour l'est du Canada semble rester stable ou diminuer depuis les dernières décennies. Selon les chercheurs, les prévisions sur la variabilité des événements hydrologiques demeurent encore incertaines et sont sujettes à débats. (Rivard et autres, 2003) Deux scénarios sont anticipés: une augmentation ou une diminution des précipitations annuelles. Ce dernier aurait des impacts potentiels sur l'infiltration d'eau dans les nappes et perturberait les services écologiques

d'approvisionnement, de régulation et culturels. Une réserve d'eau à la baisse pourrait générer plus de conflits d'usages. Des températures atmosphériques saisonnières plus élevées que la normale auraient comme effet d'accélérer les taux d'évapotranspiration à la surface du sol, diminuant du même coup le potentiel de recharge des aquifères. (Rivard et autres, 2003)

Parmi les changements environnementaux observables au 21^e siècle, l'augmentation relative du niveau de la mer fait en sorte de perturber certains écosystèmes côtiers par l'érosion accélérée des côtes sablonneuses. Les aquifères côtiers et insulaires s'exposent à une plus grande vulnérabilité de contamination par des intrusions salines ponctuelles. Au Québec, ces intrusions entraînent des impacts sur l'approvisionnement de certains puits individuels situés aux Îles-de-la-Madeleine. Ce changement environnemental accentue la détérioration des écosystèmes côtiers là où s'observent des résurgences et des décharges d'eau douce souterraine. L'érosion côtière entraîne aussi une perte de surface de territoire qui entraîne une diminution de la capacité de recharge des réservoirs souterrains et du volume d'eau douce disponible. (Chaillou et autres, 2012)

1.4 Pressions indirectes

Les pressions indirectes sont des causes d'altération d'une ou de plusieurs pressions directes sur la capacité des aquifères à produire des services écologiques. Elles surgissent au rythme des changements sociétaux. Il est important de bien les connaître puisqu'elles sont considérées dans la formulation de plusieurs indicateurs environnementaux du chapitre 4. Le rapport du *Millennium Ecosystem Assessment* (2005) en a identifié cinq :

1) Augmentation de la population

Cette pression signifie une hausse de la demande en eau. Elle entraîne aussi une accélération de l'occupation du territoire là où la demande est à la hausse. Des impacts sur la diminution des surfaces naturelles par la construction d'infrastructures routières et de parcs immobiliers augmentent les sources potentielles de contamination.

2) Changement d'économie et ouverture de nouveaux marchés

Une réouverture de l'*Accord sur le libre-échange nord-américain* pourrait incorporer l'eau douce comme un produit de consommation exportable massivement. Cette commercialisation ferait en sorte d'accroître la pression sur le service d'approvisionnement des aquifères. De plus, la croissance rapide du marché de l'eau embouteillée vient s'ajouter à l'altération de ce service écologique.

3) Système de gouvernance

Un système de gouvernance laxiste de la ressource ne contribue pas à la gestion durable des aquifères. Un cadre normatif non approprié pour les protéger et des modes de gestion adaptative déficiente ne font qu'amplifier l'altération par les pressions directes. Des exemples de déficiences sont l'omission de considérer la participation du public dans la gestion de la ressource, l'absence de révision périodique du cadre normatif et le manque d'acquisition de connaissances scientifiques sur la ressource.

4) Facteurs culturels reliés aux habitudes de consommation de la ressource par les communautés

Les habitudes de consommation d'eau des résidents du Québec peuvent occasionner des problèmes environnementaux. De 2006 à 2009, la province était une des plus grandes consommatrices d'eau de la planète avec une consommation totale par habitant estimée à 706 litres par jour. En guise de comparaison, les résidents de l'Ontario et du Manitoba en consommaient respectivement 409 litres et 355 litres par jour (Canada. Environnement Canada, 2011).

5) Changements de technologies

L'intensification de l'agriculture a des effets multiplicateurs sur les quantités d'eau consommées par les systèmes d'irrigation. Cette intensification contribue aussi à la hausse des risques de contaminations diffuses. Le scénario est similaire pour les nouveaux procédés industriels qui dépendent de grandes quantités d'eau souterraine pour refroidir les systèmes mécaniques de production et leurs serveurs informatiques.

1.5 Valeurs économiques de l'eau souterraine

Combien vaut un mètre cube d'eau provenant d'un aquifère? Voilà une question résolument difficile à répondre, puisque l'eau dans la nature, qu'elle soit souterraine ou en surface, n'est pas considérée comme un bien marchand, mais plutôt comme un bien commun¹. Elle n'a donc aucune valeur monétaire sur le marché. Pourtant, l'aquifère produit des biens et services qui soutiennent le niveau de vie de plusieurs milliers de citoyens, d'industries et d'agriculteurs sans qu'il leur en coûte un sou pour l'exploiter. La pertinence d'attribuer une valeur monétaire à l'aquifère découle du fait que l'on considère souvent l'environnement comme ayant une valeur infinie, alors que la ressource exploitée est finie. Même si l'eau souterraine n'a pas de valeur marchande, on peut lui attribuer une valeur monétaire en considérant le capital naturel de l'aquifère, c'est-à-dire ses actifs naturels qui produisent un débit de biens et services pour aujourd'hui et dans le futur. (Bourassa, 2014) L'évaluation économique fournit un intrant de données permettant de monnayer les services écologiques tout en valorisant la contribution de l'environnement dans

¹ La notion de bien commun est expliquée à la section 3.1.2 du présent essai.

la gestion durable de la ressource par le législateur. « La monétisation des services ne reflètera pas une valeur de marché transactionnelle, mais une évaluation de l'importance de ceux-ci dans un contexte plus ou moins utilitaire. » (Beaudet, 2012)

Une étude économique d'Environnement Canada réalisée au début des années 1990 par Kulshreshtha (1994) a permis d'estimer la valeur économique totale (VET) de l'eau souterraine de l'aquifère du delta Assiniboine à partir du service écologique d'approvisionnement. Elle a été estimée selon la contribution de l'eau souterraine au bien-être économique de la population sous deux optiques : 1) l'efficacité économique de la valeur la plus faible entre les gains économiques pour l'utilisateur et le coût d'opportunité, et 2) par la contribution de l'eau souterraine à l'activité économique de la région. La VET calculée en dollars de 2014 se situerait entre 0,80 \$ et 7,00 \$ / mètre cube (m³). Un sommaire des hypothèses de calcul se trouve à l'annexe 1.

En guise de comparaison, la valeur de référence attribuée par le *Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau* (Q-2, r. 42.1) a été fixée à 0,0025 \$ / m³ d'eau utilisé, à l'exception de l'eau utilisée pour les activités suivantes pour lesquelles le taux de la redevance est fixé à 0,07 \$ / m³.

- ✓ La production d'eau en bouteilles ou dans d'autres contenants que cette eau soit destinée à la consommation humaine ou non;
- ✓ La fabrication de boissons;
- ✓ La fabrication de produits minéraux non métalliques, lorsque de l'eau est incorporée au produit;
- ✓ La fabrication de pesticides, d'engrais et d'autres produits chimiques agricoles, lorsque de l'eau est incorporée au produit;
- ✓ La fabrication d'autres produits chimiques inorganiques de base, lorsque de l'eau est incorporée au produit;
- ✓ L'extraction de pétrole et de gaz.

2 PORTRAIT DE LA GESTION DE L'EAU SOUTERRAINE AU QUÉBEC

La gestion de l'eau souterraine est demeurée un sujet peu documenté au Québec jusqu'au début des années 2000. Conséquemment, « la faible connaissance sur l'eau souterraine ne permettait pas de considérer la gestion de la ressource dans la planification du développement régional durable. » (Lefebvre et autres, 2015) Ce n'est qu'en 2008-2009 que le ministère de l'Environnement, du Développement durable et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC) se donnait un nouveau cadre normatif comme outil de gestion. Son entrée en vigueur a permis de mettre en place un programme d'études d'envergure sur l'état des connaissances de la ressource de douze régions municipalisées de la province. Ce chapitre présente le portrait général de ces connaissances et les principales parties prenantes de la ressource.

2.1 Programmes d'acquisitions de connaissances

L'État québécois s'est muni d'une base de données exhaustive des eaux souterraines que tout récemment. L'acquisition de connaissances permet une meilleure compréhension du rôle que doit jouer l'écosystème dans la gestion de la qualité et de la quantité d'eau disponible. Elle contribue à la mise en place d'un schéma de planification environnementale ou de politiques publiques ciblées pour protéger les nappes dans le but d'en assurer leur durabilité. (Hancock et autres, 2005) Les paragraphes qui suivent font un tour d'horizon des trois vagues d'acquisition de connaissances qui contribuent au savoir scientifique de la ressource.

2.1.1 Première vague

Une première vague d'acquisition de données s'est déroulée dans les années 1970-1980. Il s'agissait du *Programme de connaissances intégrées* mis sur pied par le ministère de l'Environnement du Québec en 1976. Échelonné sur dix ans, il visait deux objectifs : mettre à la disposition de la population un ensemble adéquat et cohérent de connaissances des ressources hydrogéologiques régionales et locales, et de rendre possible la préparation de plans d'aménagement de l'eau sur les BV qui nécessitaient une intervention de l'État. (Québec. Ministère de l'Environnement, 1977)

2.1.2 Deuxième vague

En complément à la première vague, le gouvernement du Québec créait deux bases de données interactives maintenant en libre accès sur le web : le *Système d'information hydrogéologique (SIH)* et le *Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec*. Le SIH est une banque de données sur les puits et forages réalisés au Québec depuis 1967. Les données proviennent principalement des puisatiers qui ont installé des ouvrages de prélèvements d'eau pour résidences privées. Le *Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec* regroupe près de 250 stations de mesures réparties à travers la province. Chaque station est munie d'un

piézomètre instrumenté qui permet de faire un suivi en continu des nappes phréatiques. La surveillance de chaque station enregistrée permet d'accéder à des données sur le niveau piézométrique, la qualité chimique de l'eau et le schéma d'aménagement du puits. (Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC), 2015a)

Le *Programme d'approvisionnement en eau Canada-Québec* effectif de 2005 à 2009 a également permis d'acquérir des connaissances sur la ressource. Son objectif principal était d'accroître les connaissances visant à résoudre des problématiques de disponibilité et d'accès à une eau de qualité pour des fins agricoles (Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec, 2014). Ce partenariat fédéral-provincial a financé des études hydrogéologiques de plusieurs zones agricoles de la vallée du Saint-Laurent.

2.1.3 Troisième vague

C'est suite au *Symposium sur la gestion de l'eau* tenue en décembre 1997 qu'une commission publique sur la gestion de l'eau confiait au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) un mandat pour tenir une enquête et une audience publique dans une démarche qui devait mener à une politique québécoise sur l'eau (Daigneault, 2012). Durant le processus de consultation tenu en 1999, une des principales préoccupations était reliée à l'exploitation des eaux souterraines. Le rapport final du BAPE exposait le constat « qu'il existe peu de cartes hydrogéologiques, on ne connaît pas le potentiel des aquifères, leur vulnérabilité, leur recharge, leur qualité ou encore leur lien avec les écosystèmes (BAPE, 2000, p. 155) ». La *Politique nationale de l'eau* (PNE) voyait le jour en 2002 suite aux recommandations du BAPE. Le gouvernement y dévoilait même son engagement d'entreprendre un inventaire des grands aquifères du Québec (Québec. Ministère de l'Environnement, 2002). Ce n'est que sept ans plus tard, par l'adoption en 2009 de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection*, que le Québec se constituait d'un *Bureau des connaissances sur l'eau*. Il permettait au MDDELCC de procéder à l'inventaire exhaustif des eaux souterraines (Daigneault, 2012). Les PACES venaient de voir le jour.

La mise œuvre des PACES s'est déroulée en trois volets et a nécessité un financement public de 13 millions de dollars entre son lancement en 2009 et le mois de mars 2015. Le but visait « à dresser un portrait réaliste et concret de la ressource en eaux souterraines des territoires municipalisés du Québec méridional dans le but ultime de la protéger et d'en assurer sa pérennité (Québec. MDDELCC, 2015b) » en prenant soin d'intégrer tous les acteurs de l'eau dans le processus. Les six ans de recherche ont permis de couvrir douze régions et près de 70 % du territoire municipalisé du Québec (Cloutier, 2014). Ces régions sont la Mauricie,

le Centre-du-Québec, le Saguenay-Lac-Saint-Jean, l'Abitibi-Témiscamingue², la Montérégie-Est, la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ), l'Outaouais, le nord-est du Bas-Saint-Laurent, Vaudreuil-Soulanges, Chaudière-Appalaches, le Centre-du-Québec et Charlevoix-Haute Côte-Nord. (Québec. MDDELCC, 2015b) Les seules régions absentes des PACES sont l'Estrie, les Laurentides, Lanaudière, le secteur ouest du Bas-Saint-Laurent et le Nord-du-Québec. L'annexe 2 présente la couverture géographique détaillée des régions étudiées par les PACES. Chaque PACES devait remettre un rapport au MDDELCC. Ce rapport comporte les résultats détaillés d'études hydrogéologiques régionales ainsi qu'une série de recommandations visant à assurer la gestion durable de la ressource.

2.2 État des connaissances

Les deux sections suivantes présentent un survol de connaissances actuelles sur les quantités prélevées et sur la qualité de la ressource extraites des douze rapports PACES.

2.2.1 Bilan sur les quantités d'eau prélevées

L'évaluation de l'état des quantités d'eau souterraine prélevées provient de trois mesures : 1) le calcul de la recharge sur une longue période de temps par rapport au volume d'eau prélevé; 2) le niveau de dépendance en approvisionnement d'une région; et 3) la répartition des usages de l'eau par secteur d'activité.

Le ratio recharge / prélèvement se chiffre en pourcentage (%). Par exemple, pour le PACES de la région de la Mauricie, la recharge moyenne annuelle a été estimée à partir de données météorologiques mensuelles enregistrées de 1971 à 2000 et de mesures de suivis piézométriques depuis 1972. La recharge moyenne annuelle serait de 743 mm³ / an alors que les prélèvements seraient de l'ordre de 20 mm³ / an, un volume qui représente 3 % de la recharge. Selon le rapport PACES, l'aquifère qui alimente la ville de Trois-Rivières et la municipalité de Saint-Angèle de Prévost « ne semble pas être en condition de surexploitation. » (Leblanc et autres, 2013, p. 85) Une compilation des données de cinq autres régions du Québec est présentée au tableau 2.1. Les résultats des PACES ont démontré qu'à l'exception de quelques municipalités isolées de la Montérégie-Est, les volumes de prélèvements varient d'une région à l'autre et dépassent rarement, voire jamais, les volumes de recharges annuelles.

² L'acquisition des connaissances de la région de l'Abitibi-Témiscamingue s'est exécutée en deux volets. Le premier volet couvrait les municipalités régionales de comté d'Abitibi, d'Abitibi-Ouest et de La Vallée-de-l'Or. Le deuxième volet couvrait partiellement les municipalités régionales de comté d'Abitibi-Ouest, de Témiscamingue et de la Ville de Rouyn-Noranda. Seules les données du premier volet PACES ont été utilisées pour le présent essai.

Tableau 2.1 Pourcentage de prélèvement annuel par rapport au taux de recharge de cinq régions étudiées par les PACES

Région	% prélèvement
1. Nicolet- Bas St-François (Larocque et autres, 2015a, p. 224)	3 %
2. Chaudière Appalaches (Lefebvre et autres, 2015, p. 152)	Entre 1 et 15 %
3. Bécancour (Larocque et autres, 2013, p. 175 et 178)	0,8 % ³
4. Vaudreuil Soulange (Larocque et autres, 2015b, p. 125)	29 %
5. Montérégie-Est (Carrier et autres, 2013, p. 207)	< 10 %

Les rapports PACES génèrent également les taux de dépendance en eau souterraine des douze régions étudiées. La figure 2.1 illustre un pourcentage moyen pour chaque région. Au final, ce sont l’Abitibi-Témiscamingue, la Mauricie et Vaudreuil-Soulange qui en dépendent le plus avec des taux respectifs de 70 %, 55 % et 54 %. À l’inverse, le Saguenay–Lac-Saint-Jean, Bécancour et la Montérégie-Est sont celles qui en dépendent le moins avec des taux respectifs de 13,1 %, 11 % et 7,4 %. Cela dit, la moyenne provinciale de dépendance est évaluée à 32 %. La distribution des données se trouve à l’annexe 3. Hormis ces résultats, une analyse régionale plus détaillée a permis d’observer que des secteurs ruraux de la Montérégie-Est, du nord-est du Bas-Saint-Laurent, de l’Abitibi-Témiscamingue et de la CMQ ont des niveaux de dépendances qui atteignent parfois les 100 %.

³Bécancour est la seule des cinq régions du tableau qui a nécessité un calcul de pourcentage à partir des données brutes de son rapport PACES. Les données correspondent au volume de prélèvements (1,8mm / année) et au volume de précipitations (220 mm / année). Calcul du pourcentage : $(1,8 * 100) / 220 = 0,8 \%$.

Moyenne de dépendance à l'eau souterraine en pourcentage des douzes régions étudiées par les PACES

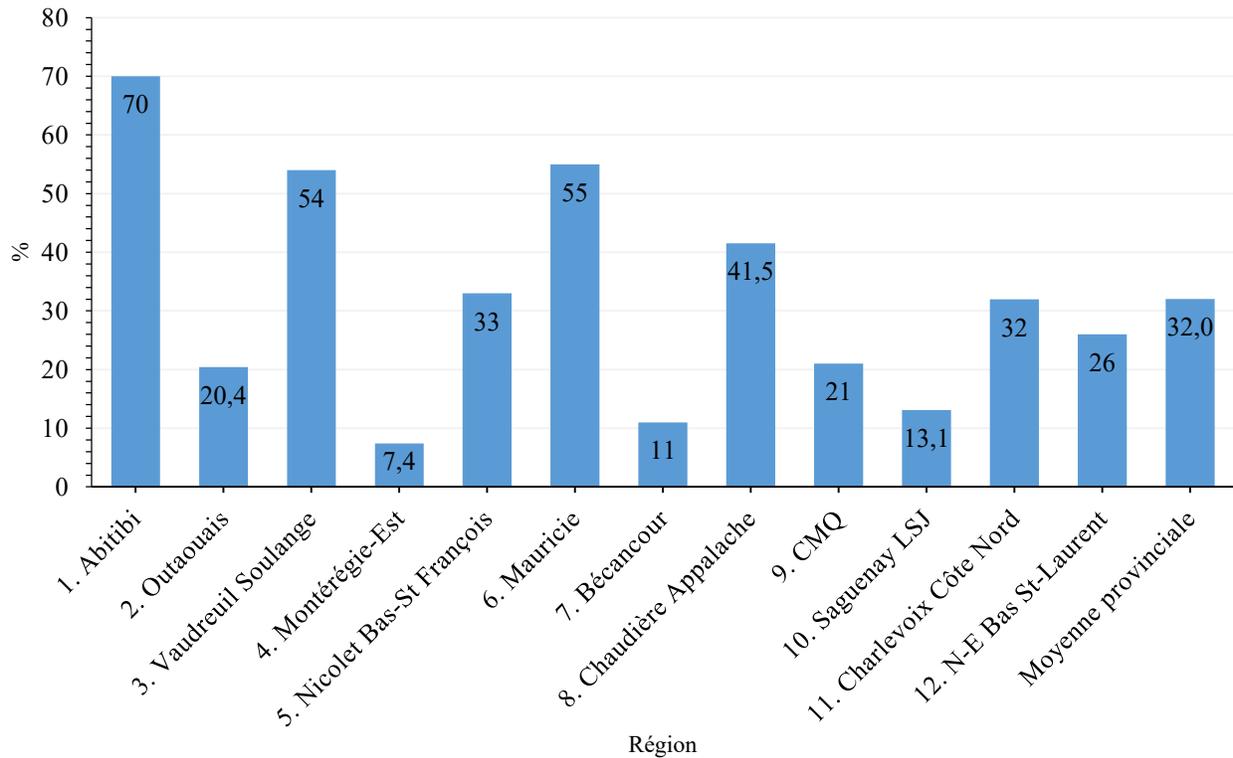
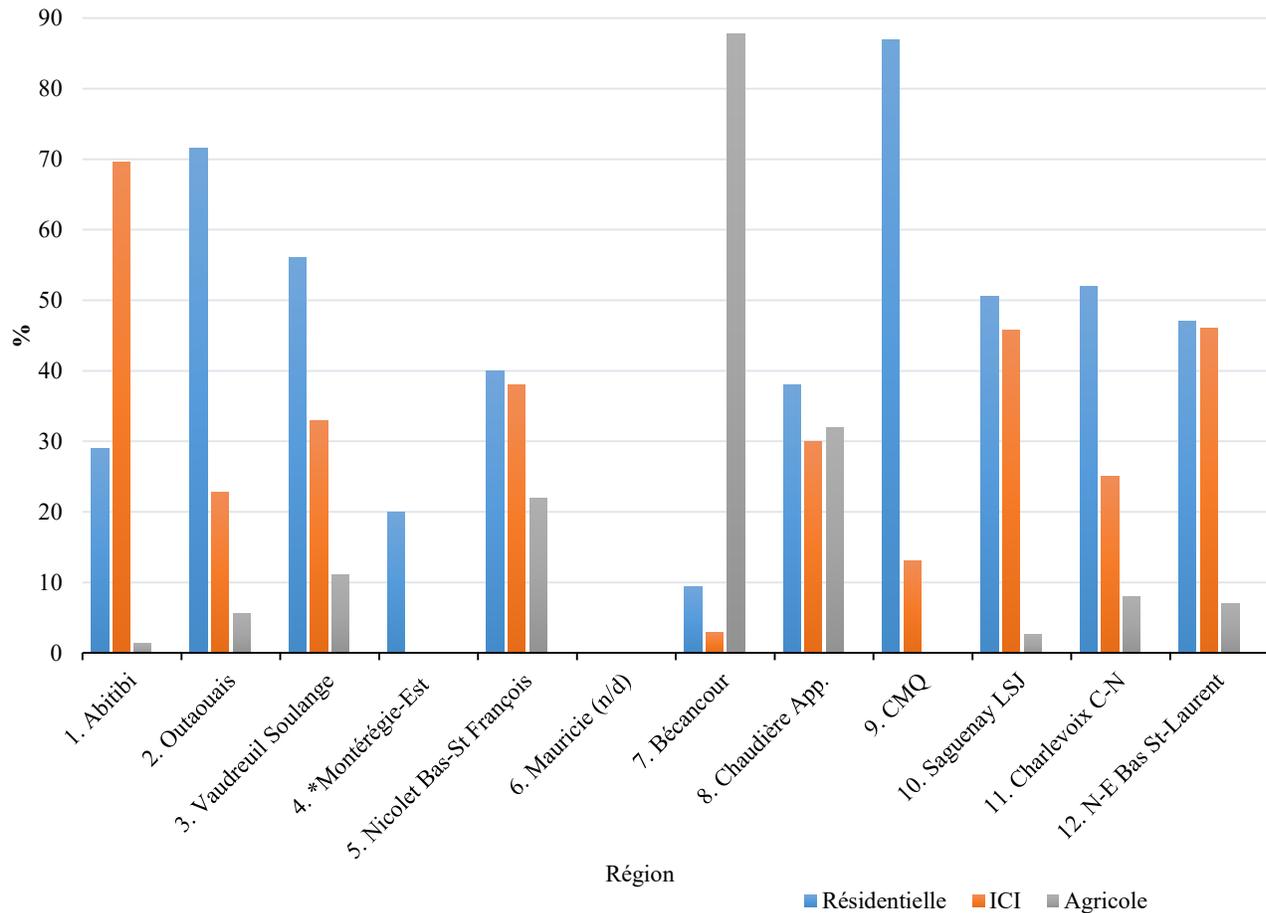


Figure 2.1 Pourcentage d'utilisation de l'eau souterraine dans les régions étudiées par les PACES (Compilé d'après : Cloutier et autres, 2013, p. 106; Comeau et autres, 2013, p. 125; Larocque et autres, 2015a, p. 154; Carrier et autres, 2013, p. 174; Larocque et autres, 2015b, p. 187; Leblanc et autres, 2013, p.112; Larocque et autres, 2013, p. 177; Lefebvre et autres, 2015, p. 151; Talbot-Poulin et autres, 2013, p. 135; CERM-PACES, 2013, p. 205; CERM-PACES, 2015, p. 241; Buffin-Bélanger et autres 2013, p. 137)

En ce qui concerne les différents usages de l'eau souterraine, ils se répartissent en trois secteurs d'activité : 1) résidentiel; 2) ICI et 3) agricole. Le diagramme à barres de la figure 2.2 illustre les usages en pourcentage de chaque secteur d'activité de onze régions étudiées. La seule région absente est la Mauricie en raison du manque de données spécifiques dans son rapport PACES. On observe que la répartition des usages ne varie que légèrement d'une région à l'autre. Le secteur résidentiel, qui s'alimente par des puits individuels et municipaux, est celui qui utilise la plus grande fraction de la ressource. Il est suivi de près par les ICI, puis du secteur agricole. Les deux régions qui font exception sont l'Abitibi-Témiscamingue et Bécancour. L'usage dominant de l'Abitibi-Témiscamingue est le secteur ICI avec 69,9 %. L'industrie minière en est le principal consommateur (Cloutier et autres, 2013). Pour Bécancour, c'est le secteur agricole qui domine avec presque 90 % des usages. Dans les deux cas le secteur résidentiel arrive en deuxième position.

Répartition de l'eau souterraine par secteur d'usage



*Les données des secteurs ICI et agricole ne sont pas disponibles dans le rapport PACES de la Montréal-Est
n.d. : données non disponibles

Figure 2.2 Diagramme à barres de la répartition de l'eau souterraine par secteur d'activité de chaque région étudiée par les PACES (Compilé d'après: Cloutier et autres, 2013, p. 106; Comeau et autres, 2013, p. 125; Larocque et autres, 2015a, p. 154; Carrier et autres, 2013, p. 174; Larocque et autres, 2015b, p. 187; Leblanc et autres, 2013, p.112; Larocque et autres, 2013, p. 177; Lefebvre et autres, 2015, p. 151; Talbot-Poulin et autres, 2013, p. 135; CERM-PACES, 2013, p. 205; CERM-PACES, 2015, p. 241; Buffin-Bélanger et autres 2013, p. 137)

Un pourcentage moyen des usages de l'eau par secteur d'activité pour l'ensemble de la province est illustré à la figure 2.3. Globalement, le secteur résidentiel est celui qui prélève la plus grande fraction avec 47 %, le secteur des ICI arrive deuxième avec 33 % et le secteur agricole est dernier avec 20 %. L'annexe 2 présente la distribution des données de la répartition des usages par secteur d'activité de onze des douze régions PACES.

Moyenne provinciale d'utilisation de l'eau souterraine par secteur d'activité

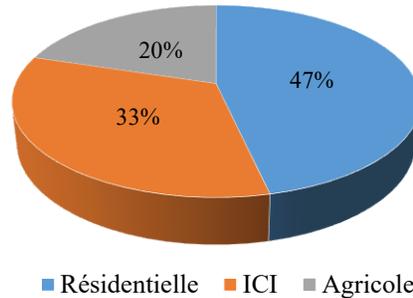


Figure 2.3 Diagramme circulaire illustrant la moyenne provinciale d'utilisation de l'eau souterraine par secteur d'activité (Compilé d'après : Cloutier et autres, 2013, p. 106; Comeau et autres, 2013, p. 125; Larocque et autres, 2015a, p. 154; Carrier et autres, 2013, p. 174; Larocque et autres, 2015b, p. 187; Leblanc et autres, 2013, p.112; Larocque et autres, 2013, p. 177; Lefebvre et autres, 2015, p. 151; Talbot-Poulin et autres, 2013, p. 135; CERM-PACES, 2013, p. 205; CERM-PACES, 2015, p. 241; Buffin-Bélanger et autres 2013, p. 137)

2.2.2 Bilan sur la qualité de l'eau

Des facteurs naturels et anthropiques parviennent à détériorer la qualité de l'eau souterraine dans plusieurs régions de la province. Pour les facteurs naturels, l'état de l'eau se mesure à partir de deux critères : 1) les concentrations maximales acceptables (CMA) à partir de normes de potabilité et 2) les objectifs esthétiques.

Les CMA sont régis par le gouvernement du Québec par le truchement du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (Q-2, r. 40). Ce règlement vise à améliorer la protection de la santé publique à partir d'une série de soixante-dix-sept normes en vigueur. Tous les systèmes de distribution d'eau destinée à la consommation humaine ont l'obligation de satisfaire à ces dernières, incluant les puits individuels (Québec. MDDELCC, 2015c). Les rapports PACES ont examiné neuf paramètres qui sont sujets à des dépassements de CMA : l'arsenic [As], le baryum [Ba], le cadmium [Cd], le fluor [F], le molybdène [Mo,] les formes organiques de nitrates et nitrites [NO₂- et NO₃], le plomb [Pb], l'antimoine [Sb] et l'uranium [U]. Le diagramme présenté à la figure A.4 de l'annexe 4 illustre le pourcentage d'échantillon qui dépasse les normes de CMA pour onze des douze régions étudiées par les PACES. La seule région qui n'apparaît pas dans le diagramme est Charlevoix Côte-Nord en raison de ses écarts de valeurs. Globalement, on peut observer une récurrence de dépassement pour l'As, le Ba et le F. Une distribution des données se trouve également à l'annexe 4. Les formations géologiques, le degré de confinement des nappes phréatiques et le temps de séjour de l'eau sont les principales raisons expliquant la variabilité chimique naturelle de l'eau souterraine dans chaque région.

Les objectifs esthétiques sont des recommandations émises par Santé Canada par le truchement des *Recommandations pour la qualité de l'eau au Canada* (Canada. Santé Canada, 2014). Ces recommandations

sont établies par le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. Elles sont prises en compte lorsqu'elles

« [...] jouent un rôle dans la décision des consommateurs de juger l'eau buvable ou non et les considérations opérationnelles quand la présence d'une substance peut nuire à un procédé ou à une technologie de traitement (p. ex., la turbidité interférant avec la chloration ou la désinfection aux rayons UV) ou à l'infrastructure de l'eau potable (p. ex., la corrosion des tuyaux). » (Canada. Santé Canada, 2014).

Dix paramètres susceptibles d'avoir des dépassements esthétiques ont été mesurés dans les rapports PACES : l'aluminium [Al], les chlorures [Cl], la dureté, le manganèse [Mn], le [Fe], les matières dissoutes totales [MDT], le sodium [Na], les sulfates [SO₄], les sulfures [H₂S] et le pH. En observant le diagramme de la figure A.5 de l'annexe 5, le Mn, Fe et Cl montrent des dépassements dans toutes les régions étudiées. Les données de MDT et de dureté dépassent également dans toutes les régions à l'exception du nord-est du Bas-St-Laurent. Pour le pH, il doit être ni trop acide ni trop basique. Or, lui aussi présente des dépassements dans toutes les régions à l'exception de Chaudière-Appalaches. La nature des formations géologiques et l'acidité des précipitations peuvent expliquer cette variabilité (Rivera, 2014). La distribution des données se trouve à l'annexe 5. Finalement, pour les activités anthropiques, les contaminants diffus les plus couramment retrouvés dans l'eau souterraine sont des micro-organismes et des pesticides. La qualité bactériologique n'a pas été étudiée dans les PACES, car la présence de bactéries ou de coliformes reflète une problématique locale, à l'échelle du puits et de son environnement immédiat (Talbot-Poulin, 2013). Il en est de même pour les pesticides (fongicides, herbicides et insecticides) ainsi que certains composés pharmaceutiques persistants qui se retrouvent à l'état de traces dans l'eau (Larocque et autres, 2015a).

2.3 Principales parties prenantes dans la gestion de la ressource

Cette section présente un portrait général de huit parties prenantes impliquées dans la gestion de l'eau souterraine. Les parties prenantes représentent les acteurs qui contribuent à la bonne gouvernance de la ressource. Pour chacune d'entre elles, leurs rôles et responsabilités sont sommairement décrits.

2.3.1 Municipalités régionales de comté

Les rôles d'une municipalité régionale de comté (MRC) sont de déterminer les orientations d'aménagement et les affectations du sol au sein du *Schéma d'aménagement et de développement* (SAD), d'acquérir des connaissances sur la ressource hydrique (écoulement, prélèvements, etc.) et d'éduquer le citoyen. Elles peuvent siéger sur le conseil d'administration (CA) d'un ou de plusieurs Organismes de bassin versant (OBV) présents sur son territoire. La MRC a une compétence de veiller au bon fonctionnement des cours d'eau à débit régulier et intermittent sur son territoire, ce qui comprend la connectivité intrinsèque avec les

eaux souterraines. Elle doit veiller à l'application du SAD par les municipalités locales tout en y intégrant les connaissances et les recommandations provenant des PACES.

2.3.2 Municipalités et communautés métropolitaines

Les rôles des municipalités et des communautés métropolitaines (CM) consistent à acquérir des connaissances sur la ressource en plus d'avoir à éduquer les citoyens. Elles peuvent aussi siéger sur le CA d'un OBV. Leurs responsabilités sont variées. Elles ont des compétences sur l'alimentation et l'assainissement en eau potable de leurs agglomérations. Elles doivent produire un *Plan d'urbanisme* appliquant les normes fixées par le SAD des MRC. Elles ont le devoir d'émettre les autorisations municipales pour des projets de prélèvement d'eau destinés à la consommation humaine de catégorie 3. Les municipalités et les CM doivent être détenteur d'une autorisation ministérielle pour tout prélèvement d'eau fournissant plus de 75 000 litres par jour en vertu de l'article (art.) 31.75 de la *Loi sur la qualité de l'environnement* ou desservant plus de 20 personnes en vertu de l'art. 5 du *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection* (RPEP), ainsi que de respecter les dispositions qui s'applique aux ouvrages de catégorie 1 ou 2 au sens du RPEP. Une description de ces catégories se trouve au tableau 2.2. Les municipalités ont également la compétence d'appliquer le *Règlement provincial sur l'évacuation et le traitement des eaux usées des résidences isolées*. Finalement, elles doivent établir obligatoirement un plan de localisation de l'aire d'alimentation et des aires de protection (bactériologique et virologique) autour des installations de prélèvements municipales de catégories 1 et 2.

Tableau 2.2 Description des trois catégories de prélèvement (tiré de : RPEP, art. 51)

Catégorie	Description
1	Prélèvement d'eau effectué pour desservir le système d'aqueduc d'une municipalité alimentant plus de 500 personnes et au moins une résidence.
2	Prélèvement d'eau effectué pour desservir: <ul style="list-style-type: none"> - le système d'aqueduc d'une municipalité alimentant 21 à 500 personnes et au moins une résidence; - tout autre système d'aqueduc alimentant 21 personnes et plus et au moins une résidence; - le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant 21 personnes et plus et au moins un ou des établissements d'enseignement, un ou des établissements de détention ou un ou des établissements de santé et de services sociaux au sens du <i>Règlement sur la qualité de l'eau potable</i> (chapitre Q-2, r. 40).
3	Prélèvement d'eau effectué pour desservir: <ul style="list-style-type: none"> - le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant exclusivement un ou des établissements utilisés à des fins de transformation alimentaire; - le système indépendant d'un système d'aqueduc alimentant exclusivement une ou des entreprises, un ou des établissements touristiques ou un ou des établissements touristiques saisonniers au sens du <i>Règlement sur la qualité de l'eau potable</i>; - tout autre système alimentant 20 personnes et moins.

2.3.3 Organismes de bassin versant

Les rôles joués par les OBV dans la gestion de l'eau souterraine sont relativement nouveaux en raison du manque de connaissances qui subsistaient avant le lancement des PACES. Certains d'entre eux peuvent avoir un rôle de coordination en ralliant tous les intervenants du milieu comme ce fut le cas lors de la recherche de financement pour les PACES (ex. : OBV Haute-Yamaska et Comité de bassin de la rivière Chaudière (COBARIC)). Leurs contributions sont notables dans la recherche de financement avec les partenaires régionaux (un entretien téléphonique avec la directrice du COBARIC stipulait que le MDDELCC exigeait qu'environ 10 % du financement total des PACES proviennent directement du milieu (Ouellet, 2015)). Les OBV ont la responsabilité formelle d'animer les tables de concertation réunissant les acteurs non gouvernementaux et les autorités en place dans la gestion intégrée des BV. Ils sont appelés à transférer les connaissances sur les eaux souterraines avec le milieu municipal et les MRC.

2.3.4 Industries, commerces et institutions

Les rôles des ICI sont de contribuer à l'économie régionale, de collaborer avec la communauté si des conflits d'usages surgissent sur le territoire et d'agir comme utilisateur responsable de la ressource en veillant à leur consommation via l'installation de compteurs d'eau. Les ICI ont comme responsabilités de se soumettre aux normes prévues par le régime en fonction du type d'exploitation pratiquée et du volume à prélever (ex.: extraction minière et gazière, embouteillage, transformation alimentaire, etc.). Les ICI peuvent également être assujettis à une évaluation d'impact environnemental (ÉIE) en vertu de l'article 52 de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCÉE) si un prélèvement d'eau égal ou supérieur à 200 000 m³ / année s'effectue sur un territoire fédéral. Certains types d'industries doivent également se conformer au *Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau*.

2.3.5 Producteurs agricoles

Ce secteur d'activité constitue la plus faible fraction de consommation en eau souterraine de la province avec 20 % des usages. Les principaux rôles des agriculteurs sont de participer à la table de concertation de leur OBV régional et de contribuer aux inventaires de données sur l'état de la ressource. Leur intérêt est d'avoir accès à des réserves d'eau souterraine durant la saison des cultures pour rentabiliser leurs productions. Ils sont tenus de respecter des dispositions pour protéger la qualité d'eau d'installation de prélèvements. Par exemple, en présence d'un ouvrage de stockage de déjections animales, d'une parcelle ou d'un pâturage ils doivent respecter une distance minimale de 30 mètres (m) d'une installation de prélèvement de catégorie 3. Cette distance s'applique également à un champ cultivé ou un champ utilisé pour faire pousser le fourrage des animaux se trouvant à proximité de l'installation de prélèvements projetée.

2.3.6 Citoyens

Le citoyen est un utilisateur important de la ressource. D'ailleurs, la plus grande fraction d'eau souterraine consommée est rattachée aux usages résidentiels avec un taux de 47 %. Le citoyen a plusieurs rôles à jouer, notamment dans le diagnostic du territoire. Il peut effectuer des tests d'échantillonnage de son puits individuel et doit entretenir rigoureusement sa fosse septique. Il veille à l'aménagement durable de son terrain en réduisant les sources de contamination ponctuelle (ex. : épandage d'engrais), en minimisant les surfaces imperméables et en adoptant des habitudes de consommation favorisant la durabilité de la ressource. En prévision de l'aménagement d'un nouveau puits privé (prélèvement de catégorie 3), le citoyen doit fournir à sa municipalité des informations pour compléter sa demande de permis. Ces informations consistent au schéma de localisation du puits, le numéro de permis de la firme qui effectuera les travaux d'aménagement du puits et sa capacité de pompage recherchée (Québec. MDDELCC, 2015d). Le citoyen agit comme acteur dans la planification stratégique du territoire en collaborant avec les autorités lorsque surgissent des conflits d'usages et en siégeant sur le CA de son OBV régional.

2.3.7 Gouvernement provincial

Les rôles du gouvernement provincial sont d'assurer un approvisionnement durable en eau à l'ensemble de la population, d'éduquer les communautés, d'approfondir les connaissances sur la ressource et de demeurer transparent en rendant publiques les informations sur les prélèvements d'eau. Il doit prendre des actions pour ne plus avoir à assumer les coûts de traitements de contamination (ex. : lagunes de Mercier), pour évaluer la capacité de payer des municipalités assujetties à des études de vulnérabilité et pour que la population ait confiance en son imputabilité comme décideur. Il est aussi un membre observateur (sans droit de vote) des OBV. La responsabilité du gouvernement provincial est qu'il a la compétence de la gestion de l'eau douce sur son territoire, à l'exception des eaux transfrontalières et limitrophes. Il est le législateur du nouveau régime d'autorisation de prélèvements des eaux. Il établit les normes de potabilité de la ressource par l'entremise du *Règlement sur la qualité de l'eau potable*. En d'autres mots, c'est le gardien du bien commun. Il investigue lorsqu'il y a des cas de contamination dans la nappe phréatique ou des conflits d'usages dus à des prélèvements excessifs. Ce palier de gouvernement possède une expertise scientifique de la ressource et il peut financer en partie des projets de recherche.

2.3.8 Gouvernement fédéral

Ce palier gouvernemental a le rôle d'assurer une eau potable de qualité à tous les Canadiens. Il soutient ce rôle en proposant des recommandations sur la qualité de l'eau. Ses responsabilités découlent de ses compétences fédérales, telles que le soutien financier à la recherche, aux collectes de données et aux

inventaires de la ressource en vertu de la *Loi sur les ressources en eau du Canada*. Le gouvernement canadien a compétence lorsque l'eau souterraine se trouve sur les territoires fédéraux (ex. : parcs nationaux et bases militaires). Le *Règlement sur la liste d'étude approfondie* pris en vertu de la LCÉE dispose qu'une évaluation environnementale est assujettie à tout projet visant une installation destinée à prélever 200 000 m³ / année ou plus d'eau souterraine sur un territoire fédéral. Le gouvernement fédéral a aussi compétence lorsque les aquifères traversent les frontières provinciales ou internationales. Il a une responsabilité de protéger l'habitat du poisson en vertu de la *Loi sur les pêches*.

3 CADRE JURIDIQUE

Ce chapitre présente tout d'abord le cadre juridique en vigueur à partir duquel l'évaluation de la durabilité du régime s'exécute au chapitre 5. Ensuite, un regard sur trois autres juridictions nord-américaines vient constater que la gestion durable de l'eau souterraine est devenue un enjeu sociétal qui n'est pas exclusif au Québec. Certaines des dispositions légales retrouvées dans ces trois juridictions servent également dans l'élaboration de recommandations. La dernière section décrit les systèmes d'indicateurs existants, ou en voie de l'être, pour mesurer les quantités d'eau en complément des dispositions de ces juridictions.

3.1 Trois piliers juridiques du régime d'autorisation de prélèvement des eaux

Le nouveau régime d'autorisation de prélèvements d'eau souterraine dont s'est muni l'État québécois est constitué de trois outils juridiques visant à assurer à la société une quantité et une qualité de la ressource. Ces trois outils consistent en la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE), la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection* et le RPEP.

3.1.1 Loi sur la qualité de l'environnement

La LQE correspond à la loi maîtresse en matière de protection de l'environnement et de développement durable au Québec. Adoptée en 1972, elle confère des fonctions et des pouvoirs au ministre sur la protection et le prélèvement d'eau souterraine par la modification, en 2009, de la section V du chapitre I portant sur la protection et la gestion des ressources en eau. Cette section a été modifiée afin de permettre la mise en œuvre de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection*. La section V permet de régir tout prélèvement d'eau qui est défini à l'article 31.74 comme étant « toute action de prendre de l'eau de surface ou souterraine par quelque moyen que ce soit ». L'évaluation de la durabilité du régime se concentre uniquement sur cette section de la LQE, et plus particulièrement des articles 31.75 à 31.86.

- L'article 31.75 définit les principaux critères d'assujettissement d'un prélèvement d'eau à une autorisation et indique qu'un règlement d'application peut y apporter des précisions. Dans ce cas-ci, il s'agit du RPEP. De façon générale, et à moins que le RPEP le spécifie, tout prélèvement de 75 000 litres d'eau et plus par jour est assujettit à une autorisation du ministre.
- Les articles 31.76 et 31.77 définissent les devoirs du ministre lorsqu'il exerce son pouvoir d'autorisation de prélèvements d'eau.
- L'article 31.78 vient préciser l'existence d'un pouvoir discrétionnaire du ministre lorsqu'il autorise un prélèvement. Celui-ci peut avoir des exigences différentes de celles prescrites par la réglementation.

- Les articles 31.79 et 31.80 précisent que le ministre peut prescrire toute condition, restriction ou interdiction de renouvellement ou de délivrance d'une autorisation de prélèvement s'il estime nécessaire d'assurer la protection accrue de l'environnement. Cette protection s'applique notamment aux écosystèmes aquatiques ou aux milieux humides. Si le ministre l'estime nécessaire, cette condition peut être différente de celles prescrites par le RPEP.
- L'article 31.81 établit à 10 ans la période de validité d'une autorisation ministérielle pour tous les prélèvements d'eau à l'exception de prélèvements alimentant un système d'aqueduc municipal. Dans ce cas, le permis n'expire pas. Par ailleurs, une première autorisation de prélèvements d'eau souterraine destinés à être vendus ou distribués comme eau de source ou comme eau minérale est valide pour 11 ans.
- L'article 31.82 stipule qu'en plus des informations que doit transmettre un demandeur pour obtenir une autorisation en vertu du RPEP, le ministre peut exiger toute(s) étude(s) ou expertise(s) supplémentaire(s) qu'il juge nécessaire pour prendre sa décision.
- L'article 31.83 oblige le titulaire d'une autorisation de prélèvement d'informer le ministre de tout changement aux renseignements fournis lors de la délivrance d'une autorisation.
- L'article 31.84 stipule que toute autorisation de prélèvement d'eau est cessible.
- Les articles 31.85 et 31.86 mentionnent que le ministre peut ordonner en vertu de la LQE ou de toute autre loi la cessation ou la limitation d'un prélèvement qui présente un risque sérieux pour la santé publique ou pour les écosystèmes aquatiques. Ce pouvoir découle d'informations ou de connaissances scientifiques nouvelles et complémentaires devenant disponibles après l'émission d'une autorisation. Le paragraphe 1 et 2 de l'article 31.86 précise que

« [...] le gouvernement peut, pour la période qu'il fixe ou de façon permanente (1) modifier les conditions dans lesquelles s'effectue un prélèvement d'eau autorisé en vertu d'une loi ou d'un décret; (2) faire cesser un tel prélèvement ».

3.1.2 Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection

Deuxième grand pilier du régime, la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau visant leur protection*, ci-après appelée *Loi sur l'eau*, a été adoptée par l'Assemblée nationale le 11 juin 2009 et entré en vigueur le 14 août 2014. L'évaluation de la durabilité du régime prendra en considération plusieurs principes découlant de l'esprit de cette loi.

La *Loi sur l'eau* est venue éclaircir le statut juridique de l'eau souterraine comme faisant partie du patrimoine commun. L'art. 1, alinéa (al.) 1, statue que l'eau, dans son état naturel, est une ressource qui fait partie du patrimoine commun de la nation québécoise. Il s'agit donc d'une *res communis* (Daigneault, 2012). L'eau souterraine demeure toutefois assujettie à l'article 913 alinéa 2 du nouveau *Code civil du Québec* lorsqu'elle est recueillie et mise en récipient. Ce faisant, elle devient un bien privé.

(Art 913. Certaines choses ne sont pas susceptibles d'appropriation; leur usage, commun à tous, est régi par des lois d'intérêt général et, à certains égards, par le présent code.

L'air et l'eau qui ne sont pas destinés à l'utilité publique sont toutefois susceptibles d'appropriation s'ils sont recueillis et mis en récipient.)

- Les articles 12 à 17 prévoient des mesures pour assurer la bonne gouvernance de la gestion de l'eau. Ces mesures mettent de l'avant des principes de transparence et de participation publique. Ils donnent droit non seulement à toute personne d'accéder aux informations sur les ressources en eau détenues par les autorités publiques, mais aussi de participer aux décisions qui ont des incidences sur la ressource. La loi stipule que la gestion de l'eau doit se faire de façon intégrée et concertée en tenant compte des principes du développement durable (DD), tel qu'énoncée à l'article 6 de la *Loi sur le développement durable* (LDD).
- L'article 16 a permis de mettre sur pied un Bureau des connaissances sur l'eau. Il a pour mission de mettre en place et de coordonner un système d'information visant la collecte de données sur l'eau, qu'elle soit souterraine ou en surface (ex. : projets PACES). La loi précise que tous les acteurs de la société sont appelés à contribuer au développement de ce système d'information. Ces acteurs correspondent aux municipalités, aux communautés autochtones, aux autres ministères et organismes, aux établissements d'enseignement ou de recherche, ainsi que tout groupe dont la mission ou les activités concernent l'eau. Une reddition de compte sur l'état des ressources et des écosystèmes aquatiques est également prévue à l'article 17. Un rapport doit être transmis au ministre une fois tous les cinq ans.
- Finalement, les articles 33 et 34 assujettissent certaines dispositions transitoires aux prélèvements d'eau souterraine. Les prélèvements qui existaient avant le 14 août 2014 (date d'entrée en vigueur du régime) qui ont été autorisés ou non par le passé deviennent assujettis à l'article 31.75 de la LQE. Ils doivent donc obtenir une première autorisation ou un renouvellement d'autorisation selon les modalités prévues par le RPEP.

3.1.3 Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection

Le troisième et dernier grand pilier du régime consiste au règlement d'application rattaché à la LQE et à la *Loi sur l'eau*. Il a été édicté le 16 juillet 2014, puis entré en vigueur le 14 août 2014. Le RPEP est venu abroger l'ancien RCES et comprend dorénavant des dispositions de protection des puits en prévision de projets d'exploitation d'hydrocarbures ainsi que de nouvelles mesures concernant le monde agricole.

Le RPEP prescrit des normes applicables sur les quantités d'eau prélevées ainsi qu'aux installations qui serviront à les effectuer ou aux installations qui pourraient porter atteinte à la qualité de l'eau. L'art. 1, al. 1, du RPEP précise qu'il « vise particulièrement à assurer la protection des eaux prélevées à des fins de consommation humaine ou à des fins de transformation alimentaire ». En dépit qu'il soit divisé en sept chapitres, seuls les six premiers sont d'intérêts pour l'évaluation de la durabilité.

- Le chapitre 1 présente les champs d'application du RPEP. Il décrit l'objet du règlement et le sens de plusieurs mots ou syntagmes qui pourraient porter à confusion.
- Le chapitre 2 présente les prélèvements d'eau qui sont subordonnés à une autorisation et ceux qui y sont soustraits. Il précise également la période de validité d'une autorisation et ses règles de renouvellement ou de modification.
- Le chapitre 3 détermine les dispositions d'installation assujetties à tous types de prélèvements, à l'exception de certaines normes prévues par le ministre. Dépendamment du projet, les dispositions peuvent être d'ordre général ou spécifique à certaines catégories d'installations.
- Le chapitre 4 prévoit des règles particulières pour l'aménagement de systèmes de géothermie.
- Le chapitre 5 présente des dispositions encadrant les activités d'exploration et d'exploitation du pétrole et de gaz naturel pour assurer la protection de l'eau. Le chapitre prévoit un ensemble de mesures pour encadrer les sondages stratigraphiques, la fracturation, les caractérisations initiales des sites convoités et certaines dispositions pour effectuer le suivi.
- Le chapitre 6 vient préciser les mesures de protection à accorder aux prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire. Elles se font à partir de trois catégories de prélèvements, dépendamment du volume d'eau prélevé et du nombre de personnes desservies. Ces normes comprennent les aires de protection immédiate, intermédiaire et éloignée à partir du site de prélèvement.

3.2 Loi sur le développement durable

La LDD est entrée en vigueur en avril 2006. Elle a pour objet d'implanter un cadre de référence au sein de l'administration publique afin que l'exercice de ses pouvoirs et de ses responsabilités puisse s'inscrire dans la recherche d'un DD (Québec. MDDELCC, 2014). Elle a donc un lien direct avec l'implantation du régime. La loi est encadrée par seize principes. Ces principes sont : santé et qualité de vie, équité et solidarité sociale, protection de l'environnement, efficacité économique, participation et engagement, accès au savoir, subsidiarité, partenariat et coopération intergouvernementale, prévention, précaution, protection du patrimoine culturel, préservation de la biodiversité, respect de la capacité de support des écosystèmes, production et consommation responsable, pollueur payeur et internalisation des coûts (Québec. MDDELCC, 2014). Une définition détaillée de ces principes se trouve à l'annexe 6 du présent essai. La LDD intègre aussi des mécanismes d'évaluation et de reddition de comptes en matière de DD afin de mesurer les progrès accomplis par les différents ministères.

3.2.1 Principe de précaution

La décision du ministre d'autoriser un projet de prélèvement d'eau souterraine doit satisfaire toutes les exigences d'une prise en compte de l'environnement. En dépit d'incertitudes sur les impacts qui menaceraient l'intégrité de la ressource, une décision sera parfois guidée par certains principes éthiques de DD (André et autres, 2010). Le principe de précaution s'inscrit à l'article 6 (j) de la LDD et doit s'appliquer lorsqu'il y a présence de

« [...] risque de dommage grave ou irréversible [car] l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement ».

L'article 31.76 de la LQE précise à cet égard que pour assurer la protection et la gestion des ressources en eau, le ministre est tenu de prendre en compte le principe de précaution dans le pouvoir d'autorisation qui lui est dévolu :

(**Art 31.76.** Le pouvoir d'autorisation dévolu au ministre par la présente sous-section doit être exercé de manière à assurer la protection des ressources en eau, notamment en favorisant une gestion durable, équitable et efficace de ces ressources ainsi qu'en prenant en compte le principe de précaution et les effets du changement climatique).

Parmi les projets d'envergures où ce principe a déjà été appliqué, le *Rapport d'enquête et d'audience publique sur les enjeux liés à l'exploitation des gaz de schiste* déposé par le BAPE en janvier 2015 est celui qui a retenu le plus d'attention. Pour ce projet, les risques de contamination des nappes d'eau par

d'éventuelles activités de forage étaient mal connus. Les incertitudes scientifiques énoncées au chapitre 13 du rapport soulignent qu'en

« [...] raison des incertitudes qui subsistent quant aux impacts potentiels sur la qualité de l'eau des aquifères et à la capacité de l'industrie de préserver l'intégrité des puits à très long terme, la commission d'enquête est d'avis qu'il n'est pas démontré que l'exploration et l'exploitation du gaz de schiste dans les basses terres du Saint-Laurent avec la technique de fracturation hydraulique serait avantageuse pour le Québec. » (BAPE, 2014, p. 397).

La présence de ces incertitudes jumelées à d'autres préoccupations a forcé le gouvernement à reculer temporairement sur ce projet d'exploitation (Bergeron, 17 décembre 2014).

3.3 Autres juridictions

Cette section permet de décrire sommairement le cadre juridique associé aux prélèvements et à la protection des eaux souterraines d'autres juridictions nord-américaines. L'objet recherché est d'analyser où se situe la province de Québec par rapport à ce qu'il se fait ailleurs. Les juridictions dont il est question sont les provinces de l'Ontario, la Colombie-Britannique ainsi et de l'État de l'Arizona.

3.3.1 Ontario

En Ontario, la gestion de l'eau souterraine est assujettie à deux composantes juridiques complémentaires. Il s'agit de la *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario (Ontario Water Resources Act)* avec son règlement d'application sur les puits et de la *Loi sur l'eau saine (Clean Water Act)* avec son règlement d'application sur la protection des sources. Compte tenu de ce qui précède, la juridiction ontarienne s'est établie une certaine notoriété à l'échelle canadienne. L'organisme *Ecojustice* a d'ailleurs publié en 2011 que le programme de protection des sources d'eau de l'Ontario était le plus ambitieux au Canada (Canadian Broadcasting Corporation, 2011).

La *Loi sur les ressources en eau de l'Ontario* est entrée en vigueur en 1990. Elle légifère sur les normes d'installations de puits se situant sur les propriétés privées selon le type d'activité et le type de puits. Pour les types d'activités, la loi prévoit des dispositions pour l'octroi de permis aux personnes ou aux entreprises voulant construire un puits, au choix de son emplacement, à son entretien et à sa fermeture (obturation et scellement). Elle légifère aussi sur les rapports d'activités liées au puits, tels que les normes à respecter pour remplir les registres de données. En ce qui concerne les types de puits, la loi impose des normes sur tous les types d'installation, qu'ils soient privés, résidentiels et domestiques, agricoles, commerciaux et industriels, municipaux, communaux et publics. Les forages d'essai et les puits d'assèchement sont également visés par cette loi. Finalement, la loi oblige l'obtention d'un permis de prélèvement à un demandeur souhaitant prélever

plus de 50 000 litres d'eau par jour. (Ontario. Ministère de l'Environnement et des Changements climatiques, 2015a)

La *Loi sur l'eau saine (Clean Water Act)* légifère sur la protection de la ressource. Elle a pris naissance suite aux événements de Walkerton en 2000 et elle vise autant la protection des eaux de surfaces que les eaux souterraines. Entrée en vigueur en 2006, elle a pour objet

« [...] de veiller à ce que les collectivités protègent leur approvisionnement en eau potable grâce à la prévention, c'est-à-dire à l'élaboration de plans de protection de l'approvisionnement en eau par bassin versant, des plans qui sont initiés localement et qui sont fondés sur des données scientifiques. » (Ontario. Ministère de l'Environnement et des Changements climatiques, 2015b).

En termes de gouvernance, la province mise exclusivement sur une gestion intégrée de la ressource. Le rôle de l'État est de définir les zones de protection des sources d'eau souterraine municipale en collaboration avec des comités régionaux de protection des sources. Ce comité a comme responsabilité de cibler les risques de contaminations actuels et futurs sur son territoire. Il procède ensuite à l'élaboration d'un plan de protection qui doit être approuvé par le ministère de l'Environnement et des Changements climatiques. (Ontario. Ministère de l'Environnement et des Changements climatiques, 2015b)

Deux hydrogéologues du ministère ont laissé entrevoir lors d'une conférence tenue en 2015 que même si l'Ontario a une législation des plus performantes pour protéger la qualité de son eau, la province manque toujours de balises claires pour assurer sa quantité. Sur ce point, la province aurait tout de même déployé dans les dernières années d'importantes ressources pour avoir une meilleure compréhension sur la dynamique de ses eaux. Des efforts ont été mis de l'avant pour recueillir, compiler et valider des données scientifiques. Les buts de ces efforts sont d'élaborer une cartographie exhaustive de la vulnérabilité des aquifères, de mesurer les budgets en eau (taux de recharge / taux de prélèvements) et d'identifier les enjeux reliés aux pressions directes qui menacent les réserves actuelles. (Brodie-Brown et Baker, 2015)

3.3.2 Colombie-Britannique

La gestion de l'eau souterraine en Colombie-Britannique est présentement encadrée par deux lois. La première est une loi sur l'eau, la *Water Act*, entrée en vigueur il y a plus de cent ans. Son règlement d'application est le *Groundwater Protection Regulation*. La deuxième loi est l'*Environmental Assessment Act* qui assujettit certains projets de prélèvements à une ÉIE.

Les événements de l'an 2000 à Walkerton en Ontario ont été un point tournant historique pour la province de l'ouest, puisque sa législature a procédé à l'amendement de la *Water Act* en 2001 afin de mettre sur pied son premier programme de protection des eaux souterraines. Il s'agissait de l'entrée en vigueur en 2004 de

la *Groundwater Protection Regulation*. Cette nouvelle réglementation venait assurer un certain degré de protection et une pérennité de la ressource. Les deux objectifs ciblés par ce règlement étaient de normaliser les qualifications techniques des foreurs et des installateurs de pompes et d'émettre des dispositions sur les types de matériaux pouvant être utilisés lors des installations de puits ou de réseaux de puits.

Pour la gestion des quantités d'eau prélevées, la principale distinction de la Colombie-Britannique avec ses homologues ontarien et québécois réside dans le fait qu'elle n'exige pas de permis pour prélever de l'eau souterraine. Par contre, tout nouveau projet rattaché à l'installation d'un nouveau puits ou à la modification d'un puits existant prévoyant prélever plus de 75 litres par seconde est assujéti à une ÉIE en vertu de l'*Environmental Assessment Act* entrée en vigueur en 2002. Les intentions recherchées par l'ÉIE sont de déterminer l'étendue, l'utilisation et le potentiel d'exploitation de la ressource par des études hydrogéologiques. Les résultats doivent être en mesure de définir les impacts potentiels des prélèvements sur les autres utilisateurs et sur les écosystèmes aquatiques terrestres. Un demandeur a l'obligation de définir les mesures d'atténuation et de surveillance qu'il prévoit mettre en place pour assurer la durabilité de la ressource au présent et au futur. (Colombie-Britannique. Ministry of Environment, s. d.a)

La *Water Act* serait devenue vétuste et inadéquate en raison des nombreux enjeux environnementaux actuels (Colombie-Britannique. British-Columbia, 2014). La Colombie-Britannique s'est donc engagée à renouveler sa loi par la *Water Sustainability Act* qui entrera en vigueur en 2016. Par cette nouvelle législation, le gouvernement prévoit gérer les eaux de surfaces et souterraines comme une seule et unique ressource. Sa priorité sera de mettre à jour les règlements relatifs aux activités de base comme les demandes d'autorisation de prélèvements d'eau, les montants des redevances ainsi que le *Groundwater Protection Regulation*. En attendant que cette nouvelle loi entre en vigueur, c'est la *Water Act* qui prévaut toujours. (Colombie-Britannique. British-Columbia, s. d.)

3.3.3 Arizona

En Arizona, la recharge des aquifères ne se fait pas aussi rapidement que le rythme de prélèvement. Le Département d'État a donc décrété à l'eau souterraine un statut de ressource non renouvelable. Afin d'en assurer sa durabilité, la législature a mis sur pied une loi sur la gestion de l'eau souterraine qui est entrée en vigueur en 1980 : le *Groundwater Management Act*. (États-Unis. Arizona Department of Water Resources, 2014)

Cette loi assujéttit tous les demandeurs souhaitant prélever de l'eau à des fins industrielles telles que l'extraction minière et l'irrigation de terres agricoles à faire une demande de permis, et ce, peu importe le volume prévu. La loi exige aussi l'élaboration d'un plan décennal de gestion et de conservation de l'eau

souterraine pour chaque agglomération urbanisée de l'État, comme les villes de Tucson, Phoenix et Prescott. Ces plans de gestion doivent obligatoirement inclure quatre composantes :

- Des montants reliés aux droits d'irrigation imposés aux usages agricoles;
- Des exigences de conservation d'eau souterraine pour tous les utilisateurs, y compris le secteur des ICI, mais à l'exception de ceux qui l'utilisent pour l'irrigation. Ces exigences doivent être fondées sur les technologies de conservation les plus à jour et un rendement économique raisonnable;
- Des mesures pour réduire le nombre d'utilisateurs qui dépendent de l'eau souterraine dans chaque agglomération;
- Des exigences de conservation qui sont économiquement raisonnables et qui s'intègrent aux procédés de distribution d'eau par les villes, les entreprises privées et les districts d'irrigation. (Staudenmaier, 2006)

La loi a instauré des incitatifs sous forme de « crédits d'eau » pour encourager le stockage de surplus d'eau de surface en l'injectant dans les aquifères. Ces incitatifs sont disponibles pour ceux qui détiennent déjà un droit de prélèvement d'eau de surface désigné à desservir des fermes qui s'approvisionnent habituellement en eau souterraine. (Staudenmaier, 2006)

En plus de la juridiction, des mesures additionnelles de durabilités ont été mises de l'avant par l'État. Ces mesures comprennent l'élaboration d'un plan d'urgence en cas de sécheresse (États-Unis. Arizona Governor's Drought Task Force, 2004), un programme d'observation des puits développé en collaboration avec le *United States Geological Survey* (USGS) (États-Unis. United States Geological Survey Institute (USGS), 2014) et un guide d'entretien des puits individuels à l'attention des propriétaires de résidences privées (Artiola et Uhlman, 2009).

3.4 Systèmes d'indicateurs pour mesurer les quantités d'eau

La présente section présente succinctement des indicateurs de quantités d'eau implantés, ou en voie de l'être, dans les trois administrations mentionnées précédemment. Ces indicateurs s'avèrent des compléments à leurs cadres juridiques respectifs. Les deux objectifs de cette section sont d'extraire les informations pertinentes pour les comparer avec ce qui existe au Québec et de suggérer des pistes de solutions au chapitre 7 Recommandations.

3.4.1 Ontario

Aucun indicateur de quantité d'eau souterraine n'est officiellement en vigueur dans la province. Deux méthodes statistiques pourraient toutefois aboutir à un système de mesure des niveaux piézométriques. Ces deux méthodes sont la *Méthode Jacques Whitford* et la *Méthode par percentile*. (Post, 2013)

- Méthode Jacques Whitford

Cette méthode a été développée pour être compatible avec le programme *Ontario Low Water Response* du ministère des Ressources naturelles. Elle utilise une approche statistique qui identifie deux catégories de seuils préoccupants (*Seuil 1* et *Seuil 2*) des niveaux piézométriques. La méthode s’applique lorsque la série temporelle des données recueillies est récente. (Post, 2013)

La mesure du Seuil 1, ou *Trigger 1*, correspond au niveau d’eau moyen d’une nappe pour un mois donné auquel il faut soustraire l’écart type des données moyennes quotidiennes enregistrées pour ce même mois. La méthode identifie douze seuils correspondants aux douze mois de l’année. (Post, 2013)

La mesure du Seuil 2, ou *Trigger 2*, s’effectue à partir des données sur la profondeur d’un puits, des propriétés géologiques de l’aquifère et des habitudes de prélèvements en eau des utilisateurs du puits. Si ces informations viennent qu’à manquer, il faudra considérer la mesure du niveau moyen quotidien le plus bas jamais enregistré pour ce puits. C’est ce niveau qui correspondra au seuil. Il représente un niveau d’eau extrêmement faible pour lequel les impacts environnementaux, sociaux et économiques sont censés se produire. (Post, 2013)

L’annexe 7 présente une matrice synthèse des trois niveaux de basses eaux correspondant aux seuils.

- Méthode du percentile

Cette méthode est inspirée par la méthode statistique du percentile créé par le USGS (voir section 3.4.3). Elle génère des résultats robustes à condition de recueillir un échantillonnage quotidien sur une période d’au moins dix ans. Un seuil pour chaque niveau d’eau est rattaché aux percentiles 0, 5, 10, 25, 50, 75 et 100. Le niveau normal d’une nappe correspond au percentile 25. Tout ce qui se situe au-dessus signifie que la nappe a une quantité d’eau appréciable et suffisante pour la prélever. À l’inverse, tout ce qui se trouve en dessous signifie que la nappe est déficitaire. Pour mieux représenter les quantités déficitaires, trois niveaux d’alertes correspondent à des seuils critiques. Le tableau 3.1 permet de mieux contextualiser chaque percentile avec son seuil critique respectif. (McPhie et Post, 2014)

Tableau 3.1 Classes des percentiles comprenant trois niveaux d’alertes pour l’Ontario (Inspirée de : McPhie et Post, 2014)

Percentile	Seuil	Description du niveau d’eau
100	Maximal	Niveau maximal de la nappe
75	Au-dessus de la normale	Niveau juste au-dessus de la normale
50	Normal ou moyen	Conditions normales
25	Alerte 1	Juste sous la normale et début d’une surveillance
10	Alerte 2	Conditions sèches et avertissement de sécheresse
5	Alerte 3	Conditions d’assèchement élevées
0	Minimum	Niveau d’eau minimal

3.4.2 Colombie-Britannique

Dans le but d'assurer la durabilité de la ressource et pour prévenir les conflits d'usages éventuels, le ministère de l'Environnement de la Colombie-Britannique a développé un réseau de surveillance de ses eaux souterraines depuis 1961. Il comporte plus de 180 puits d'observation pour mesurer les niveaux piézométriques. (Colombie-Britannique. Ministry of Environment, 2015) Ces puits sont localisés dans les régions où les pressions sur les aquifères sont les plus fortes. L'existence de ces puits a contribué au développement d'un indicateur statistique permettant de mesurer les niveaux piézométriques. Ces niveaux se traduisent par trois intervalles :

- Intervalle 1 : baisse importante de plus de 10 centimètres (cm) par année;
- Intervalle 2 : baisse modérée de 3 à 10 cm par année;
- Intervalle 3 : niveau d'eau stable ou en augmentation.

Deux objectifs spécifiques sont poursuivis par ce programme de surveillance : 1) Soutenir la durabilité des prélèvements de la ressource pour minimiser les conflits d'usage; et 2) comprendre les processus et les caractéristiques hydrogéologiques locales et régionales en surveillant les eaux souterraines, ses interactions avec les eaux de surface, ses mécanismes de recharges et de décharges (Colombie-Britannique. Ministry of Environment, s. d.b).

3.4.3 Arizona

En Arizona, 43,3 % des besoins en eau sont desservis par les réserves d'eaux souterraines (Artiola et Uhlman, 2009). L'indicateur recensé pour mesurer les quantités est celui du *Percentile classes* élaboré par le USGS (États-Unis. USGS, 2014). Cette méthode statistique mesure les niveaux d'eau mensuels à partir d'un réseau de puits d'observation par intervalles de 10-15 minutes depuis 1997. Elle permet une approche uniformisée de collecte et de compilation de données. La période de temps minimale pour interpréter les résultats servant à attribuer une classe percentile à un puits est de 10 ans.

Les percentiles sont constitués de cinq classes. Les différents niveaux d'eau qui leur sont associés se définissent comme suit : [> 90] niveau très au-dessus de la normale; [76-90] niveau au-dessus de la normale; [25-75] niveau normal; [10-24] niveau en dessous de la normale; et [< 10] niveau très en dessous de la normale. Les figures A.8.1 et A.8.2 de l'annexe 8 présentent une distribution spatiale des puits recensés à travers l'Arizona par le truchement d'un système d'information géographique (SIG). La figure 3.1 ci-dessous illustre la légende du code couleur se rattachant à chaque percentile. Trois autres catégories sont également dans la légende. La catégorie *Low* indique que la mesure la plus récente du niveau des eaux est inférieure au

percentile [< 10]. La catégorie *High* indique que la mesure la plus récente du niveau des eaux est supérieure au percentile [> 90]. Finalement, la mention *Not Ranked* signifie que les données d'un puits n'ont pas été classées. (États-Unis. USGS, s. d.)

Explanation - Percentile classes (symbol color based on most recent measurement)							
							
	<10	10-24	25-75	76-90	>90		
Low	Much Below Normal	Below Normal	Normal	Above Normal	Much Above Normal	High	Not Ranked

Figure 3.1 Classes de percentiles correspondants aux niveaux des nappes du *United States Geological Survey* (Tiré de : États-Unis. USGS, 2015b)

4 CRITÈRES DE DURABILITÉ ET INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX

Afin d'alléger le texte du présent chapitre, le terme « régime d'autorisation de prélèvements de l'eau souterraine » devient ci-après « régime ». L'évaluation de la durabilité du régime nécessite de faire un choix de critères discriminants et d'indicateurs environnementaux crédibles. L'approche préconisée pour ce chapitre est de définir ces critères et leurs indicateurs. Ils serviront à structurer le cadre d'analyse et la grille d'évaluation multicritère présentés au chapitre 5.

4.1 Définition des critères

Les critères permettent d'évaluer, en considérant les enjeux de quantité et de qualité de l'eau, la capacité du régime à assurer la pérennité de la ressource. Un total de quatorze critères, numérotés de 1 à 14, ont été élaborés à partir des informations provenant des chapitres précédents. Ils ont ensuite été répartis dans quatre dimensions du DD : 1) environnementale; 2) sociale; 3) économique; et 4) gouvernance. Le lecteur pourra se repérer dans la concomitance des critères, puisque leur numérotation demeure constante dans les autres chapitres de l'essai.

4.1.1 Critères pour évaluer la quantité d'eau

Le premier enjeu de durabilité à évaluer est la quantité d'eau souterraine disponible et il comporte six critères. Le tableau 4.1 ci-dessous présente sommairement chacun des critères.

Tableau 4.1 Tableau synthèse des six critères sur la quantité d'eau souterraine disponible

Quantité	Environnement
	1. Protection et contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres
	Social
	2. Approvisionnement en eau à perpétuité
	3. Conflits d'usages
	4. Suivis du niveau des nappes
Économique	
5. Connaissance des niveaux de dépendances en eau souterraine des secteurs d'activités	
6. Valeur monétaire d'un aquifère	

- Dimension environnementale

Cette dimension du DD comporte un seul critère.

- Critère n° 1. Protection et contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres

Ce critère a été choisi parce qu'il permet d'évaluer les interrelations entre les eaux souterraines et les écosystèmes aquatiques situés en surface. Le critère valide si le régime tient compte de ces

interrelations dans le processus d'attribution des autorisations de prélèvements. Il est discriminant parce qu'il considère l'importance de la diversité des écosystèmes d'un territoire ciblé par une demande d'autorisation.

✓ Dimension sociale

Cette dimension du DD comporte trois critères.

- Critère n° 2. Approvisionnement en eau à perpétuité

Ce critère vise à évaluer si les actions prévues par le régime assurent un approvisionnement en eau souterraine pour le présent et le futur sans que les nappes d'eau d'une municipalité ou d'une MRC s'épuisent.

- Critère n° 3. Conflits d'usages

Le choix de ce critère permet d'examiner si les actions du régime prévoient des mesures permettant d'évaluer les besoins en eau de tous les types d'utilisateurs d'une MRC ou d'une municipalité afin de prévenir les conflits d'usages.

- Critère n° 4. Suivis du niveau des nappes

Ce critère permet de déterminer si le régime dispose d'un système d'observation pour mesurer le niveau piézométrique des nappes en exploitation avant, pendant et après la construction d'un site de prélèvement.

✓ Dimension économique

Cette dimension du DD comporte deux critères.

- Critère n° 5. Connaissance des niveaux de dépendances en eau souterraine des secteurs d'activités

Bien connaître le niveau de dépendance en eau souterraine permet d'avoir une vision élargie des conséquences économiques régionales si une nappe devenait déficitaire. Ce critère examine si des actions sont prévues par le régime pour connaître ces niveaux de dépendance au sein d'une MRC ou d'une municipalité.

- Critère n° 6. Valeur monétaire d'un aquifère

Ce critère permet d'évaluer si le régime oblige le MDDELCC à calculer la valeur monétaire d'un aquifère régional en fonction des biens et services écologiques qu'il produit. Il peut s'agir d'un instrument économique développé dans une autre province canadienne ou qui existe déjà au Québec.

4.1.2 Critères pour évaluer la qualité de l'eau

Le deuxième enjeu de durabilité à évaluer est la qualité de l'eau souterraine destinée à la consommation humaine. Il comprend cinq critères répartis dans les trois dimensions du DD. Le tableau 4.2 ci-dessous présente sommairement chaque critère.

Tableau 4.2 Tableau synthèse des six critères sur la qualité de l'eau souterraine

Qualité	Environnement
	7. Vulnérabilité des aquifères
	8. Aires de protection des sites de prélèvement
	9. Mesures préventives pour réduire les risques de contamination
	Social
	10. Surveillance de la contamination de l'eau pour des fins de consommation
Économique	
11. Vulnérabilité économique chez les agriculteurs	

✓ Dimension environnementale

Cette dimension du DD comporte trois critères.

- Critère n° 7. Vulnérabilité des aquifères

Ce critère permet de déterminer si le régime prévoit une méthode spécifique et reconnue pour évaluer la vulnérabilité des aquifères dans le but de les protéger des sources de contamination ponctuelles et diffuses.

- Critère n° 8. Aires de protection des sites de prélèvement

Ce critère examine si le régime prévoit la délimitation d'aires de protection d'un site en fonction de sa catégorie de prélèvement (catégorie 1, 2 ou 3). Plus spécifiquement, il vise à déterminer si des activités humaines comportant des risques de contamination peuvent être maintenues à l'écart d'un puits.

- Critère n° 9. Mesures préventives pour réduire les risques de contamination

L'application de mesures préventives pour éviter toutes formes de contamination d'une zone de recharge permet de préserver l'intégrité d'un aquifère et la qualité de ses eaux. Ce critère permet d'examiner si des moyens préventifs sont prévus par le régime.

✓ Dimension sociale

Cette dimension du DD comporte un seul critère.

- Critère n° 10. Surveillance de la contamination de l'eau pour des fins de consommation

Ce critère vise surtout la santé publique. Il permet d'évaluer si les mesures de surveillance de la qualité de l'eau prévues par le régime sont applicables avant et pendant un projet de prélèvement.

✓ Dimension économique

Cette dimension du DD comporte un seul critère.

- Critère n° 11. Vulnérabilité économique chez les agriculteurs

Ce critère examine si des actions sont prévues pour compenser durablement les pertes de revenus des agriculteurs contraints à ne pas pouvoir cultiver de parcelle en raison de la présence d'aires de protection sur leurs terres.

4.1.3 Critères pour évaluer la gouvernance de la ressource

La gouvernance représente un modèle décisionnel décentralisé du pouvoir principal qui mise sur l'apprentissage collectif et sur la concertation entre diverses catégories d'acteurs engagés dans un processus d'actions ciblé par le régime (Hamel, 2003). Trois critères sont évalués pour cette dimension. Le tableau 4.3 ci-dessous présente sommairement ces critères.

Tableau 4.3 Tableau synthèse des trois critères sur la gouvernance de la ressource

Critères sur la gouvernance
12. Gestion intégrée avec les parties prenantes
13. Accès à l'information
14. Gestion adaptative

✓ Dimension gouvernance

Cette dimension du DD comporte trois critères.

- Critère n° 12. Gestion intégrée avec les parties prenantes

Ce critère examine si le régime prévoit des mesures pour engager les parties prenantes. La gestion intégrée se définit comme étant une stratégie mettant de l'avant des moyens pour faciliter une participation active des parties prenantes dans la gestion de la ressource.

- Critère n° 13. Accès à l'information

Donner accès aux informations relatives à l'eau souterraine par les autorités publiques est le reflet d'un niveau de transparence envers le public. Ce critère évalue la durabilité des mesures prévues par le régime face au libre accès des renseignements ou des données publiées dans le passé, au présent et au futur.

- Critère n° 14. Gestion adaptative

La gestion adaptative est une approche qui permet de valider et de planifier les interventions sur le prélèvement de la ressource. Elle se définit comme un « processus planifié et systématique permettant d'améliorer continuellement les pratiques de gestion environnementale en acquérant des connaissances sur leurs résultats » (Canada. Agence canadienne d'évaluation environnementale, 2013). Le but recherché est de tirer des leçons des expériences passées, qu'elles aient été positives ou négatives, afin d'appliquer des méthodes d'interventions durables. Ce critère est important, car il évalue la durabilité des mesures mises de l'avant par le régime pour intégrer ce mode de gestion dans la collectivité.

4.2 Indicateurs environnementaux

Maintenant que les critères de durabilité sont définis, une sélection de dix-sept indicateurs qui leur sont appropriés vient s'ajouter au cadre d'analyse. Ces indicateurs consistent en des données décrivant l'état actuel d'un aquifère où des pressions se font sentir ou qui risquent de survenir. Leur utilité est primordiale pour comprendre la dimension temporelle de l'état de l'eau souterraine, telle que son niveau d'amélioration, son maintien ou sa dégradation. Les données découlant des indicateurs deviennent des sources d'information essentielles aux différentes parties prenantes qui ont la responsabilité d'effectuer la planification et la gestion de la ressource. Les indicateurs ont été choisis parce qu'ils sont fiables au niveau scientifique, sensibles aux changements, représentatifs, compréhensibles et basés sur les meilleures données disponibles. (De Ladurantaye, 2015) Il est à noter que bien que le MDDELCC n'ait toujours pas développé officiellement son système d'indicateurs environnementaux, il en utilise tout de même au cas par cas avant d'autoriser un nouveau prélèvement ou son renouvellement. En effet, certains indicateurs proposés dans cet essai sont déjà intégrés au *Formulaire d'autorisation pour un prélèvement d'eau et l'aménagement de son installation assujettie à l'article 31.75 de la Loi sur la qualité de l'environnement* (Québec. MDDELCC, 2015f). La majorité des indicateurs sélectionnés pour cet essai proviennent du rapport de Vrba et Lipponen (2007) issu d'un comité mixte à l'attention de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation de la science et la culture, et du rapport PACES de la Montérégie-Est (Carrier et autres, 2013).

4.2.1 Indicateurs pour mesurer les critères de la quantité d'eau souterraine disponible

Sept indicateurs environnementaux numérotés de 1 à 7 ont été définis pour mesurer les critères sur la quantité d'eau souterraine disponible. Une brève description de chaque indicateur accompagnée par leur unité de mesure est présentée dans cette section. Le tableau 4.4 ci-dessous résume les indicateurs choisis.

Tableau 4.4 Tableau synthèse des sept indicateurs servant à mesurer les critères sur la quantité d'eau souterraine

Indicateur pour mesurer la quantité d'eau	Unité de mesure
1. Contribution des eaux souterraines aux milieux humides et au débit de base des cours d'eau dans le présent et le futur	% de contribution
2. Épuisement de la nappe dans le passé et difficulté d'approvisionnement pour le futur	%
3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible	%
4. Disponibilité actuelle et besoin futur en eau par année	m ³ / année
5. Niveaux actuels de dépendance des secteurs agricoles, ICI et résidentiels	%
6. Valeur économique totale de l'eau souterraine d'un aquifère	\$ / 1 000 m ³
7. Suivi piézométrique des nappes au présent	Nombre de puits en opération et nombre de suivis / année

- ✓ Indicateur n° 1. Contribution des eaux souterraines aux milieux humides et au débit de base des cours d'eau au présent et au futur

La connectivité des eaux souterraines avec les eaux de surfaces se fait dans des zones de résurgence. Ces zones ont un rôle important à jouer dans la stabilité hydrologique des écosystèmes aquatiques, car elles contribuent aux débits de base des cours d'eau en période d'étiage (Rivera, 2014). L'indicateur permet de mesurer en pourcentage (%) la contribution annuelle des eaux souterraines au débit de base des cours d'eau d'un bassin versant. Des prélèvements excessifs à des fins de consommation humaine pourraient limiter ce pourcentage de contribution et nuire à l'équilibre des écosystèmes entraînant de facto des pertes de biens et services écosystémiques. Mesurer cette contribution et localiser des zones de résurgences nécessitent des données sur les propriétés hydrauliques des formations géologiques du bassin versant, sur les niveaux des nappes phréatiques, sur les mesures de débits ainsi que l'analyse de séries temporelles et de mesures géochimiques provenant de traceurs naturels ou anthropiques (Gagné, 2010). Les travaux de Scanlon et autres (2002) et de Gagné (2010) proposent différentes approches pour quantifier la contribution des eaux souterraines aux milieux humides.

- ✓ Indicateur n° 2. Épuisement de la nappe dans le passé et difficulté d'approvisionnement pour le futur
- Connaître le niveau d'épuisement de la nappe phréatique d'une région exige un indicateur qui peut mesurer son exploitation excessive dans le passé et ses conséquences pour le futur. La cause d'un épuisement d'une nappe s'explique généralement par un taux de prélèvement qui est supérieur au taux de recharge. L'indicateur se mesure en pourcentage (%) par l'équation présentée au tableau 4.5. (Vrba et Lipponen, 2007)

Tableau 4.5 Équation pour mesurer l'étendue régionale de l'épuisement d'une nappe phréatique

$$(\Sigma \text{ des superficies d'une région où se trouvent des problèmes d'approvisionnement} / \text{superficie totale de la région}) * 100 \%$$

D'autres indices peuvent renseigner sur le niveau d'une nappe, comme un changement des caractéristiques physico-chimiques de l'eau prélevées et des fluctuations importantes des niveaux des plans d'eau en surface.

- ✓ Indicateur n° 3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible
Cet indicateur mesure la quantité de prélèvement d'eau totale par rapport à la recharge annuelle moyenne de l'aquifère d'une région. Assurer la durabilité de la ressource signifie qu'il ne faut pas extraire plus que ce que le système peut fournir. L'indicateur est mesuré en pourcentage à partir d'un budget hydrologique pouvant être calculé par l'équation du tableau 4.6. (Vrba et Lipponen, 2007) Des résultats de cinq régions étudiées par les PACES sont présentés au tableau 2.1.

Tableau 4.6 Équation pour déterminer la quantité d'eau totale prélevée en fonction de la recharge disponible

$$\text{Prélèvement d'eau souterraine totale (mm)} / \text{la recharge annuelle (mm)} * 100 \%$$

- ✓ Indicateur n° 4. Disponibilités actuelles et besoins futurs en eau par habitant
L'indicateur représente le volume d'eau souterraine total disponible par habitant à l'échelle locale ou régionale au moment présent. Il évalue le volume qui sera disponible dans le futur en considérant le facteur de croissance démographique. L'unité de mesure est en m^3 / an par nombre d'habitant. Les résultats provenant de l'indicateur permettent d'évaluer les tendances liées aux habitudes de consommation d'une communauté à partir des différents types d'usages. Les résultats pourront servir d'aide à la décision dans l'élaboration de politiques publiques d'aménagement durable du territoire. Pour évaluer la disponibilité en eau dans le futur, l'acquisition de données additionnelles est essentielle. Il peut s'agir du nombre d'habitants s'approvisionnant en eau souterraine d'une municipalité, les prédictions de croissance démographique, les types d'utilisations des sols et la dépendance des secteurs d'activités (agriculture, ICI, résidentielle). (Carrier, 2013; Vrba et Lipponen, 2007)
- ✓ Indicateur n° 5. Niveaux actuels de dépendance des secteurs agricoles, ICI et résidentiels
Déterminer les niveaux de dépendance en eau souterraine de tous les secteurs d'activités d'une MRC ou d'une municipalité permet de prévoir les conflits d'usages. L'indicateur détermine la proportion des secteurs d'activités qui dépendent de l'eau souterraine par rapport aux besoins de la population totale. Il

est exprimé en pourcentage (%) de dépendance. Une répartition non équitable de la ressource dans le futur pourrait entraîner à la fois des impacts économiques considérables et des tensions sociales. (Carrier et autres, 2013; Vrba et Lipponen, 2007) Un niveau de dépendance peut aussi se mesurer en pourcentage en fonction des quantités d'eau prélevées annuellement pour chaque secteur d'activité, selon qu'elle se branche à un puits municipal ou à un puits privé. Une étude de cas provenant de cette méthode est présentée dans le rapport PACES de l'Abitibi-Témiscamingue Partie 1 aux pages 105 à 108 (Cloutier et autres, 2013).

✓ Indicateur n° 6. Valeur économique de l'eau souterraine d'un aquifère

L'évaluation monétaire de l'environnement permet de mesurer les bénéfices économiques des utilisateurs de l'eau souterraine. Le résultat de cette évaluation prodigue un indicateur de valeur qui permet de valoriser la contribution des services écologiques produite par un aquifère dans un processus de décision sur l'allocation de la ressource par l'État ou pour créer une politique publique. (Bourrassa, 2014) La valeur attribuée par cet indicateur est utile dans les régions où de fortes pressions sur l'eau souterraine subsistent en raison du niveau de dépendance élevé. L'unité de mesure est en \$ / 1000 m³.

✓ Indicateur n° 7. Suivi piézométrique des nappes au présent

Le niveau des nappes fluctue en fonction des taux de recharge et de prélèvements. Un système de surveillance via des puits d'observation positionnés à des endroits stratégiques sur le territoire permet de faire un suivi rigoureux de la variabilité des nappes. L'indicateur mesure en nombre d'unité la présence de puits d'observation et le nombre de mesures piézométriques à effectuer par année.

4.2.2 Indicateurs pour mesurer les critères de la qualité de l'eau souterraine

Sept indicateurs numérotés de 8 à 14 ont été choisis pour mesurer les critères de qualité de l'eau. Chaque indicateur énuméré est accompagné d'une description. Un résumé avec leurs unités de mesure respectives est présenté au tableau 4.7 ci-dessous.

Tableau 4.7 Tableau synthèse des sept indicateurs servant à mesurer les critères sur la qualité de l'eau

Indicateur de qualité de l'eau	Unité de mesure
8. Indice de potabilité selon les normes provinciales et fédérales	% dépassement par rapport aux normes en vigueur
9. Indice DRASTIC de vulnérabilité	Échelle de 23 à 226

Tableau 4.7 Tableau synthèse des sept indicateurs servant à mesurer les critères sur la qualité de l'eau (suite)

10. Superficie totale des aires de protection	m ² ou ha
11. Proportion d'aires de recharge situées dans des zones vulnérables	%
12. Mesures de prévention en vigueur pour réduire les risques de contamination	Nombre de mesures en vigueur et niveau d'appréciation de leur pertinence
13. Pertes de revenus causées par la présence d'un périmètre de protection en territoire agricole	\$ / ha ou \$ / m ²
14. Suivis sur la qualité de l'eau des nappes	Nombre de suivi(s) / année

✓ Indicateur n° 8. Indice de potabilité selon les normes provinciales et fédérales

Cet indicateur permet d'obtenir de l'information sur l'état actuel de la qualité de l'eau souterraine à partir d'échantillons prélevés dans des puits d'observation. L'unité de mesure est un pourcentage (%) de dépassement de contaminants provenant de deux références : 1) les normes provinciales de potabilité définies par le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* et 2) les objectifs esthétiques définis par le gouvernement fédéral dans ses *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada*. Les contaminants peuvent être d'origine naturelle due à des échanges géochimiques dans l'aquifère ou d'origine anthropique par l'utilisation de contaminants biochimiques en surface. (Carrier et autres, 2013) Une comparaison avec des séries de données historique permet de surveiller l'évolution de la qualité de l'eau d'un puits.

✓ Indicateur n° 9. Indice DRASTIC de vulnérabilité

L'indice de vulnérabilité de l'eau souterraine est évalué par la méthode DRASTIC du *United States Environmental Protection Agency* (États-Unis. United States Environmental Agency, 1987). Cette méthode est celle reconnue par le MDDELCC pour les évaluations de vulnérabilité intrinsèque des aquifères. Elle s'effectue à partir de données hydrogéologiques qui correspondent à [D] la profondeur de la nappe, à [R] la recharge, à [A] la nature de l'aquifère, [S] au type de sol superficiel, à [T] la pente du terrain, à [I] la nature de la zone vadose et à [C] la conductivité hydraulique de l'aquifère (RQES, 2012b). L'utilisation de cet indicateur est importante pour l'aménagement du territoire et la gestion de l'eau souterraine. Sa simplicité d'utilisation le rend accessible comme outil éducatif. L'unité de mesure correspond à un indice de vulnérabilité se situant entre 23 (vulnérabilité très faible) et 226 (vulnérabilité très élevée). (RQES, 2012b; Vrba et Lipponen, 2007)

✓ Indicateur n° 10. Superficie totale des aires de protection

Les distances d'une aire de protection immédiate, intermédiaire ou éloignée varient selon la catégorie de prélèvements (catégorie 1, 2 ou 3). En recensant le nombre total de puits en opération de chaque catégorie, il est possible d'estimer les superficies totales d'aires protégées d'une MRC ou d'une municipalité en m² ou en hectare. Les données de cet indicateur permettent d'avoir une vue d'ensemble des zones de recharge qui sont déjà protégées. Elles permettent aussi d'évaluer la nécessité d'élargir le périmètre de protection afin d'assurer des zones de recharge sécuritaires pour les prélèvements futurs.

✓ Indicateur n° 11. Proportion d'aires de recharge situées dans des zones vulnérables

Les aires de recharge d'un aquifère se trouvent parfois dans des zones de vulnérabilité pouvant entraîner une dégradation de la ressource. L'indicateur permet de donner une mesure en pourcentage (%) des zones de recharges situées sur des terrains à risque de contamination qui nuiraient à la qualité de l'eau. L'utilisation d'un SIG (photo-interprétation et télédétection) est recommandée pour identifier les zones de recharge. Les informations extraites de cet indicateur permettront de mettre en œuvre des stratégies de protection des aires de recharge aux niveaux local et régional. (Carrier et autres, 2013; Vrba et Lipponen, 2007)

✓ Indicateur n° 12. Mesures préventives en vigueur pour réduire les risques de contamination

L'implantation de mesures préventives permet de réduire les risques de contamination en proscrivant certaines activités humaines à l'intérieur d'une aire de protection ou en prescrivant des dispositions techniques spécifiques sur un site d'un futur prélèvement. Le principe de précaution et l'analyse de risques en font partie. L'unité préconisée est le nombre de mesures prévues par le régime mis en relation avec un niveau d'appréciation de leur pertinence.

✓ Indicateur n° 13. Pertes de revenus causées par la présence d'une zone de protection en territoire agricole

Une obligation de délimiter des aires de protection là où se trouvent des installations de prélèvements peut entraîner des pertes de revenus chez les agriculteurs. Cet indicateur sert à mesurer ces pertes en dollars par hectare (\$ / ha) ou en dollars par mètre carré (\$ / m²). Quoique ces pertes entraînent aussi des bénéfices pour la collectivité qui s'alimente en eau souterraine, l'indicateur permet d'évaluer le montant total associé aux pertes pour que les agriculteurs puissent être compensés par l'entremise de programmes financiers durables.

✓ Indicateur n° 14. Suivis sur la qualité de l'eau des nappes

Les données recueillies lors de suivis sur la qualité de l'eau permettent de comparer les séries temporelles tout en évaluant les tendances de contamination. Les mesures sont généralement effectuées en nombre de relevés par année à partir de puits d'observations.

4.2.3 Indicateurs de gouvernance

Cette catégorie comporte trois indicateurs. Leurs résultats facilitent la prise de décision avec les parties prenantes dans l'évaluation du nouveau régime de prélèvement des eaux. Le tableau 4.8 ci-dessous présente un résumé de chaque indicateur avec son unité de mesure respective.

Tableau 4.8 Tableau synthèse des trois indicateurs servant à mesurer les critères de gouvernance

Indicateur de gouvernance	Unité de mesure
15. Reconnaissance de l'implication des parties prenantes	Implication des parties prenantes dans les décisions (oui ou non)
16. Transparence	Nombre de documents disponibles pour consultation
17. Évaluation régulière des dispositions réglementaires	Nombre d'années attribuées à chaque cycle de révision

✓ Indicateur n° 15. Reconnaissance de l'implication des parties prenantes

Cet indicateur permet d'évaluer si les actions prévues par le régime prévoient que les parties prenantes puissent avoir un droit de regard dans la gestion de la ressource. L'unité de mesure est qualitative et se résume à une valeur affirmative (oui) ou négative (non). Une façon de valider cette mesure est d'identifier les parties prenantes d'une MRC, municipalité ou d'un BV puis de leur poser directement la question si oui ou non elles sont consultées par le ministère.

✓ Indicateur n° 16. Transparence

Une bonne gouvernance se reflète par la transparence de l'État à rendre disponible au public les informations relatives à la ressource. L'accès aux informations est une façon de partager le pouvoir. Cet indicateur se mesure par le nombre de documents ou d'études qui ont un caractère public. Un contact avec le ministère permet de valider si les documents sont bel et bien disponibles pour consultation.

✓ Indicateur n° 17. Évaluation régulière des dispositions réglementaires

Cet indicateur fait partie d'un modèle de gestion adaptative. Ce concept est un « processus planifié et systématique permettant d'améliorer continuellement les pratiques de gestion environnementale en acquérant des connaissances sur leurs résultats » (Canada. Agence canadienne d'évaluation environnementale, 2013). Le concept suggère de réviser périodiquement le RPEP afin d'y apporter les correctifs nécessaires. L'unité de mesure correspond au nombre d'évaluations prévu par le ministre par tranche d'années. Cette pratique se fait généralement à partir des données scientifiques les plus récentes et par des consultations avec les parties prenantes.

4.3 Synthèse des critères colligés à leurs indicateurs

À la lumière de ce qui a été présenté dans ce chapitre, le tableau 4.9 ci-dessous présente la sélection des indicateurs environnementaux et les principes DD rattachés à chaque critère.

Tableau 4.9 Matrice des critères de durabilité colligés à leurs principes DD et leurs indicateurs respectifs

	Critère d'évaluation	Principe DD	Indicateur
Quantité d'eau	1. Protection et contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres	- Respect de la capacité de support des écosystèmes - Préservation de la biodiversité	1. Contribution des eaux souterraines aux milieux humides et au débit de base des cours d'eau dans le présent et le futur (% de contribution) 3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible (%)
	2. Approvisionnement en eau à perpétuité	- Santé et qualité de vie	2. Épuisement de la nappe dans le passé et difficulté d'approvisionnement pour le futur (%)
	3. Conflits d'usages	- Production et consommation responsable - Équité et solidarité	3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible (%) 4. Disponibilité actuelle et besoin futur en eau par habitant (m ³ / année)
	4. Suivi du niveau des nappes	- Production et consommation responsable	7. Suivi piézométrique des nappes au présent (nombre de puits en opération et nombre de suivis / année)
	5. Connaissance des niveaux de dépendance aux eaux souterraines	- Efficacité économique - Production et consommation responsable	5. Niveaux actuels de dépendance en eau souterraine des secteurs agricoles, ICI et résidentiels (%)
	6. Valeur monétaire d'un aquifère	- Internalisation des coûts de développement	6. Valeur économique totale de l'eau souterraine d'un aquifère (\$ / 1000m ³)
Qualité de l'eau	7. Vulnérabilité des aquifères	- Protection de l'environnement - Préservation de la biodiversité - Prévention	9. Indice DRASTIC de vulnérabilité régionale 11. Proportion d'aires de recharges situées dans des zones de vulnérabilité (%)
	8. Aires de protection des sites de prélèvement	- Protection de l'environnement - Prévention	10. Superficie totale des aires de protection (m ² ou ha)

Tableau 4.9 Matrice des critères de durabilité colligés à leurs principes DD et leurs indicateurs respectifs (suite)

Qualité de l'eau (suite)	9. Mesures préventives pour réduire les risques de contamination	- Prévention - Précaution - Santé et qualité de vie	12. Mesures de prévention en vigueur pour réduire les risques de contamination
	10. Surveillance de la contamination de l'eau pour des fins de consommation	- Santé et qualité de vie - Protection de l'environnement - Prévention	8. Indice de potabilité selon les normes provinciales et fédérales (% de dépassement des normes en vigueur) 14. Suivis sur la qualité de l'eau des nappes (Nombre de suivi(s) / année)
	11. Vulnérabilité économique chez les agriculteurs	- Efficacité économique	13. Pertes de revenus causées par la présence d'une zone de protection en territoire agricole (\$ / ha ou \$ / m ²)
Gouvernance	12. Gestion intégrée avec les parties prenantes	- Subsidiarité - Participation et engagement	15. Reconnaissance de l'implication des parties prenantes (oui ou non)
	13. Accès à l'information	- Accès au savoir - Subsidiarité	16. Transparence (nombre de documents disponibles)
	14. Gestion adaptative	- Participation et engagement	17. Évaluation régulière des dispositions réglementaires (nombre d'années attribuées à chaque cycle de révision)

5 ÉVALUATION DE LA DURABILITÉ

Cette section présente le modèle de durabilité préconisée pour l'évaluation de la durabilité du régime et les deux outils qui serviront à l'évaluation. Le premier outil correspond à un cadre d'analyse. L'objectif du cadre est de développer une approche systémique pour mesurer le niveau de performance durable des quatorze critères. Le deuxième outil est une grille d'évaluation multicritère attribuant un indice de rendement durable global du régime aux deux enjeux soulevés par l'essai, c'est-à-dire assurer la quantité et la qualité de l'eau souterraine pour les générations présentes et futures.

5.1 Modèle de durabilité préconisé

Le concept de durabilité fait référence à la pérennité d'un bien écologique produit par un écosystème pour la société. La durabilité s'évalue sur une échelle à deux niveaux dépendamment du degré d'importance accordée à la dimension environnementale du DD. La durabilité peut être faible ou forte.

Le bien écologique rattaché à la thématique de ce travail est représenté par l'eau souterraine, alors que sa pérennité fait référence à sa disponibilité dans le temps et dans l'espace. Comme l'eau souterraine est une ressource essentielle à la survie de l'humain, la dimension environnementale prend ici plus de poids que les trois autres dimensions du DD. L'écologue canadien Robert Goodland a d'ailleurs défini le concept de durabilité environnementale comme étant la préservation du capital naturel produit par les biens et services écologiques de l'environnement au sein du système économique actuel (Goodland, 1995). L'aquifère représente l'écosystème, ou le capital naturel, et les services écologiques (régulation, approvisionnement et culturel) en seraient les produits, c'est-à-dire les intérêts du capital ou les biens écologiques. (Bourassa, 2014; Beaudet, 2012) C'est pour ces raisons que le modèle de DD préconisé pour l'évaluation du régime est celui d'une durabilité forte.

Ce modèle s'illustre comme étant « l'œuf de la durabilité », avec le jaune qui correspond à l'anthroposphère (système social et système économique), l'albumine et la coquille qui représente l'environnement, et le coquetier qui vient supporter l'ensemble du modèle par des politiques publiques de bonne gouvernance. Ce modèle démontre non seulement l'existence d'interrelations entre chaque dimension des systèmes, mais que la dimension environnementale est celle qui englobe le tout. La durabilité de chaque dimension inférieure dépendra de la gestion durable de son entité supérieure. Ainsi, d'après ce modèle, la société est un sous-système de l'environnement et l'économie devient un sous-système de la société. Si un sous-système outrepassé les limites de celui qui l'entoure, c'est l'ensemble du modèle qui est déstabilisé, voire menacé. (Bond et autres, 2013) La figure 5.1 ci-dessous illustre l'importance accordée à chacune des quatre dimensions du DD qui sera utilisé pour l'évaluation de la durabilité.

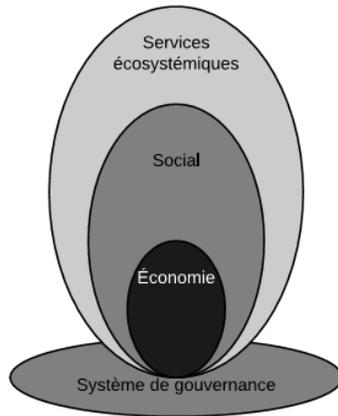


Figure 5.1 Modèle de DD préconisé pour l'évaluation de la durabilité du régime (Inspiré de : Bond et autres, p. 187)

Par opposition au modèle de DD traditionnel où chaque dimension occupe un niveau d'importance équivalent, celui présenté ici accorde plus d'importance à l'environnement et à ses services écologiques, puisqu'ils sont essentiels au bon fonctionnement de la société humaine et à son développement économique. Pour permettre à une société d'accéder aux biens et services écologiques d'un aquifère de façon durable, des comportements responsables doivent être adoptés dans sa façon de les consommer. Une analogie avec le modèle économique utilitariste actuel permet d'illustrer ce concept en le comparant avec un individu qui placerait un montant d'argent, donc un capital, dans un compte en banque. Le comportement responsable de cet individu permettra de faire fructifier ou non le montant déposé. Si le montant fructifie, l'individu pourra bénéficier de ses intérêts. À l'inverse, s'il commence à puiser dans son capital, alors son compte deviendra déficitaire. La durabilité environnementale suit ce même principe : le niveau d'eau recensé initialement dans un aquifère correspond au capital naturel de la ressource. Or, en adoptant un comportement responsable de prélèvement, ce capital naturel pourra fructifier grâce aux intrants ou aux « intérêts » provenant du rechargement de l'aquifère sous forme de précipitations. Autrement, si les prélèvements excèdent le volume de recharge, la société puisera dans le capital naturel de l'aquifère et le niveau de la nappe deviendra déficitaire. (Beaudet, 2007) En d'autres mots, la durabilité d'un aquifère desservant une communauté est assurée tant et aussi longtemps que la quantité d'eau prélevée ne dépasse pas la quantité de recharge disponible. Il en est de même pour la qualité de l'eau souterraine. En effet, si la communauté met à risque le capital naturel en l'exposant à peu de réglementation ou à un aménagement non durable du territoire laissant libre cours à des sources de contamination, cette communauté prend le risque de voir la qualité de son eau devenir non potable, donc inutilisable.

5.2 Cadre d'analyse

Un cadre d'analyse a été élaboré dans le but d'attribuer à chacun des quatorze critères une note de performance durable. L'attribution de la note se fait à partir des seize principes de DD définis dans la LDD et de la cohérence de la juridiction du régime avec les indicateurs environnementaux retenus pour le critère. La structure du cadre comprend six colonnes numérotées de 1 à 6 et il se lit de façon linéaire. La figure 5.2 ci-dessous illustre le synopsis de la forme du cadre. Les annexes 9 à 15 présentent les cadres dans leur intégralité.

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note de performance
#3. Conflits d'usages	- Production et consommation responsable	#4. Disponibilité actuelle et besoins futurs en eau par habitant (m ³ /année)	Présent et futur. Le ministre tient compte dans sa décision des droits d'utilisation des autres personnes ou municipalités à court, moyen et long terme.	Art. 31.77, par. 1 LQE	3

Sens de lecture pour l'analyse

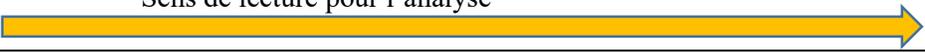


Figure 5.2 Synopsis des six paramètres du cadre d'analyse

5.2.1 Description des six paramètres du cadre d'analyse

Cette section décrit succinctement chaque paramètre du cadre d'analyse.

✓ Colonne n° 1 : Critère de durabilité

Cette colonne énumère chacun des quatorze critères énumérés au chapitre 4.1.

✓ Colonne n° 2 : Principe de DD

L'objectif de ce paramètre est de déterminer si le législateur a respecté les principes de DD décrits dans la LDD lorsqu'il a élaboré le régime. Pour ce faire, chaque critère s'est vu attribuer au moins un des seize principes proposés par cette loi. L'attribution s'est faite entre la concomitance de la définition des principes de DD avec le libellé des critères. Une définition complète des seize principes se trouve à l'annexe 6.

✓ Colonne n° 3 : Indicateur

Ce paramètre incorpore les indicateurs jumelés à chaque critère tel que présenté au tableau 4.9. Il est bon de se rappeler ici qu'un indicateur sert à mesurer l'état de la ressource selon son niveau d'amélioration, son maintien ou sa dégradation.

✓ Colonne n° 4 : Action prévue par le régime

L'action ou la série d'actions proviennent d'articles spécifiques qui ont été extraits de la LQE, de la *Loi sur l'eau* et du RPEP. Elles ont été attribuées aux indicateurs suite à la lecture et à l'interprétation de leur champ d'application. Chaque action inscrite dans le cadre d'analyse est aussi accompagnée d'une échelle temporelle de réalisation (passé, présent et futur).

✓ Colonne n° 5 : Référence juridique

Ce paramètre identifie une référence juridique de chaque action provenant des articles de la LQE, de la *Loi sur l'eau* et du RPEP.

✓ Colonne n° 6 : Note de performance durable du critère

La note attribuée reflète une valeur quantitative de performance durable du critère. Cette note se veut une appréciation générale suite à l'analyse de tous les paramètres d'un critère. L'attribution est en fonction d'une échelle de notation de 1 à 5 (niveau de performance allant de très faible à très fort). Le tableau 5.1 ci-dessous définit en détail cette échelle. Les notes attribuées dans les cadres d'analyses sont primordiales à l'élaboration des grilles d'évaluation multicritère des tableaux 5.8 et 5.9.

Tableau 5.1 Échelle de notation de la performance durable des critères

Note	Description du niveau de performance durable
1	Au moins un principe de DD est rattaché au critère, mais aucune action n'est prévue par le régime. Le niveau de performance durable du régime accordé au critère est très faible.
2	Au moins un principe de DD est rattaché au critère. Le régime prévoit des actions, mais elles ne s'avèrent pas suffisantes pour assurer la durabilité. Elles sont floues et ne sont pas mesurables par l'indicateur. L'échelle temporelle des actions s'applique au moins pour le présent. Le niveau de performance durable du régime accordé au critère est faible.
3	Au moins un principe de DD est rattaché au critère. Des actions prévues par le régime existent, mais elles manquent de précision et sont difficilement mesurables par l'indicateur. Malgré le manque de précision, l'intention du législateur de considérer le DD est perceptible. L'échelle temporelle des actions s'applique au moins pour le présent. Le niveau de performance durable du régime accordé au critère est neutre.
4	Au moins un principe de DD est rattaché au critère. Les actions prévues par le régime sont claires et peuvent être mesurées par l'indicateur, mais quelques lacunes sur la durabilité sont perceptibles. L'échelle temporelle des actions s'applique au présent et au futur. Le niveau de performance durable du régime accordé au critère est fort.
5	Au moins deux principes de DD sont rattachés au critère. Les actions prévues par le régime sont claires, abondantes, cohérentes avec l'indicateur et obligent à recueillir des données pouvant être mesurées facilement. L'échelle temporelle des actions s'applique au présent et au futur. Le niveau de performance durable du régime en matière de durabilité accordé au critère est très fort.

5.3 Évaluation multicritère

L'évaluation multicritère a été choisie parce qu'il s'agit d'une méthode qui donne une bonne vue d'ensemble des effets, des points forts et des points faibles de la durabilité. Elle révèle aussi le potentiel d'optimisation et permet de comparer la performance des critères entre eux. (Suisse. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication, 2004) La limite de son utilisation demeure l'aspect subjectif de la notation par l'évaluateur. Cette subjectivité est en fonction de ses préoccupations environnementales des enjeux à évaluer, de son niveau de connaissances sur le sujet et de son champ d'expertise en la matière.

5.3.1 Description des deux grilles d'évaluation

Deux grilles d'évaluation identiques ont été construites. La première grille sert à évaluer le niveau de rendement durable du régime pour assurer une quantité d'eau souterraine. Elle est présentée au tableau 5.8. La deuxième grille consiste à évaluer le niveau de rendement durable du régime pour assurer une qualité de l'eau destinée à la consommation humaine. Elle est présentée au tableau 5.9. Chaque grille est constituée de six colonnes.

- Colonne n° 1 : Valeur d'importance accordée à chaque dimension du DD

Cette colonne attribue une valeur d'importance sur 10 à chaque dimension du DD. La sommation des valeurs ne doit pas dépasser 10. Chaque valeur a été attribuée conformément au modèle de « l'œuf de la durabilité » présenté à la section 5.1. De ce fait, une durabilité forte attribue une valeur plus importante à la dimension environnementale, car son niveau de préoccupation est jugé plus élevé que les trois autres. À l'inverse, un niveau de préoccupation plus bas correspond à une valeur moindre. L'attribution des valeurs correspond donc à :

Environnementale : 4/10 Sociale : 3/10 Économique : 2/10 Mode de gouvernance : 1/10

- Colonne n° 2 : Valeur accordée à chaque critère

Une valeur a été accordée à chaque critère en fonction de son niveau d'importance. L'intention recherchée est de hiérarchiser les critères appartenant à une même dimension DD. La sommation des valeurs des critères est égale à la valeur d'importance accordée à la dimension (colonne 1). Prenons l'exemple des trois critères de la dimension DD « sociale » attribués à l'enjeu sur la quantité d'eau disponible (données extraites du tableau 5.8). La valeur d'importance de la dimension est de 3 sur 10. Une hiérarchisation de ses trois critères a permis de leur attribuer les valeurs suivantes :

critère #2 = [1,3/3]; critère #3 = [1,2/3] et critère #4 = [0,5/3]. La sommation de ces valeurs est de 3/3. Le tableau 5.2 ci-dessous permet de mieux déconstruite la méthode.

Tableau 5.2 Format de hiérarchisation et d’attribution des valeurs accordées à chaque critère d’une même dimension du DD

1. Valeur d’importance		2. Valeur accordée pour chaque critère	3. Critère
3	Sociale	1,3/3	#2. Approvisionnement en eau à perpétuité
		1,2/3	#3. Conflits d'usages
		0,5/3	#4. Suivis du niveau des nappes
Somme		3/3	

- Colonne n° 3 : Énumération du critère de durabilité
Cette colonne énumère chacun des quatorze critères de durabilité présentés au chapitre 4.1.
- Colonne n° 4 : Note de performance en matière de durabilité du critère
Cette note correspond à celle attribuée au sixième paramètre du cadre d’analyse (se référer au tableau 5.1 pour la description du système de notation).
- Colonne n° 5 : Valeur pondérée
La valeur pondérée de chaque critère s’obtient par l’équation du tableau 5.3.

Tableau 5.3 Équation de la valeur pondérée du critère

(valeur col. 1 * valeur col. 2 * valeur col. 4) = valeur pondérée colonne 5

col. : colonne

- ✓ Colonne n° 6 : Valeur pondérée totale par dimension DD
La valeur pondérée totale correspond à la somme des valeurs pondérées [v.p.] de chaque critère d’une même dimension du DD. L’équation est présentée au tableau 5.4. Cette valeur est ensuite reportée sur la [v.p.] totale maximale de tous les critères de la dimension. Les deux équations permettant de calculer la [v.p.] totale maximale sont présentées au tableau 5.5.

Tableau 5.4 Équation de la valeur pondérée totale d’une dimension du DD

v.p. critère 1 + v.p. critère 2 + v.p. critère 3 = v.p. totale d’une dimension DD

Tableau 5.5 Équations de la valeur pondérée maximale totale d'une dimension du DD

1) valeur col. 1 * valeur col. 2 * note de performance durable maximale ultime de « 5 » = v.p. max. col. 5
2) Σ valeurs max. col. 5 = v.p. totale maximale

col. : colonne

5.3.2 Indices de rendement durable

Lorsque toutes les valeurs d'une grille d'évaluation sont pondérées, il devient possible d'attribuer un indice global de rendement durable du régime pour chaque dimension DD et pour chaque enjeu. L'indice est déterminé sur trois niveaux: faible, moyen ou élevé. Une définition de ces niveaux se trouve au tableau 5.6.

Tableau 5.6 Définition des trois indices de rendement durable

Indice	Définition
Indice faible	Les actions du régime ne permettent pas d'assurer la durabilité de l'exploitation de la ressource, ce qui pourrait la rendre davantage vulnérable si aucune mesure supplémentaire n'est proposée par le MDDELCC.
Indice moyen	Le régime d'autorisation est sur la bonne voie de la durabilité, mais le rendement attendu n'est pas optimal. Un effort additionnel du MDDELCC est attendu en prévision de la prochaine révision du RPEP en 2017. Un nivèlement vers le haut est souhaitable.
Indice élevé	Cet indice est représentatif d'une démarche gagnante. Le MDDELCC vise un haut niveau de DD et cela se reflète dans sa juridiction. Il est invité à développer des mesures de suivis pour s'assurer que les champs d'application libellés dans la juridiction soient concrètement appliqués dans la pratique.

La méthodologie pour mesurer les trois indices se fait par le calcul de l'écart type entre la valeur pondérée totale maximale et minimale de chaque dimension du DD. Le résultat qui en découle est alors divisé par 3. Le résultat obtenu permet de diviser le nombre d'unités attribuées pour chaque indice. Prenons l'exemple d'une valeur totale pondérée maximale et minimale de 1 et 20. L'écart type est de 19. En divisant 19 par 3, on obtient 6,33. Cette valeur correspond au nombre d'unités attribué à chaque indice. Dans ce cas-ci, un indice de rendement faible se situera dans l'intervalle [1,0; 7,33]; un indice moyen dans [7,34; 13,67]; et un indice élevé dans [13,68; 20,0]. Lorsqu'elle est calculée, la valeur pondérée totale de la dimension DD ciblée vient se positionner dans un des trois intervalles. Un code couleur illustré au tableau 5.7 aide le lecteur à identifier la valeur de l'indice attribué.

Tableau 5.7 Code couleur associée aux indices de rendement durable

Faible	Moyen	Élevé
[1,0; 7,33]	[7,34; 13,67]	[13,68; 20,0]

Tableau 5.8 Grille d'évaluation multicritère de la quantité d'eau

1. Valeur de la dimension de DD sur 10		2. Valeur du critère	3. Critère de durabilité	4. Note de performance durable ⁴	5. Valeur pondérée	6. Valeur pondérée totale
4	Env.	4/4	#1. Protection et contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres	3	48	48/80
3	Sociale	1,3/3	#2. Approvisionnement en eau à perpétuité	2	7,8	21,6/45
		1,2/3	#3. Conflits d'usages	3	10,8	
		0,5/3	#4. Suivis du niveau des nappes	2	3	
2	Écon.	1,2/2	#5. Connaissance des niveaux de dépendances en eau souterraine des secteurs d'activités	2	4,8	6,4/20
		0,8/2	#6. Valeur monétaire d'un aquifère	1	1,6	
1	Gouv.	0,4/1	#13. Gestion intégrée avec les parties prenantes	4	1,6	4,35/5
		0,35/1	#14. Accès à l'information	5	1,75	
		0,25/1	#15. Gestion adaptative	4	1	
VALEUR TOTALE DE L'ENJEU SUR LA QUANTITÉ D'EAU :						80,35/150

Légende des intervalles pour chaque indice de rendement durable

	Faible	Moyen	Élevé
Environnementale	[1; 27,33]	[27,34; 53,66]	[53,67; 80]
Sociale	[1; 15,66]	[15,67; 30,33]	[30,34; 45]
Économique	[1; 7,33]	[7,34; 13,67]	[13,68; 20]
Gouvernance	[1; 2,33]	[2,34; 3,66]	[3,67; 5]
Valeur totale	[1; 50,66]	[50,67; 100,33]	[100,34; 150]

⁴ La note de performance durable des critères se trouve également dans le cadre de référence de l'annexe 9 pour la dimension environnementale; l'annexe 10 pour la dimension sociale; l'annexe 11 pour la dimension économique; et l'annexe 15 pour la gouvernance.

Tableau 5.9 Grille d'évaluation multicritère de la qualité de l'eau

1. Valeur de la dimension DD sur 10		2. Valeur du critère	3. Critère de durabilité	4. Note de performance durable ⁵	5. Valeur pondérée	6. Valeur pondérée totale
4	Env.	1,4/4	#7. Vulnérabilité des aquifères	4	22,4	58,8/80
		1,3/4	#8. Aires de protection des sites de prélèvement	4	20,8	
		1,3/4	#9. Mesures préventives pour réduire les risques de contamination	3	15,6	
3	Sociale	3/3	#10. Surveillance de la contamination de l'eau pour des fins de consommation	4	36	36/45
2	Écon.	2/2	#11. Vulnérabilité économique chez les agriculteurs	2	8	8/20
1	Gouv.	0,4/1	#12. Gestion intégrée avec les parties prenantes	4	1,6	4,35/5
		0,35/1	#13. Accès à l'information	5	1,75	
		0,25/1	#14. Gestion adaptative	4	1	
VALEUR TOTALE DE L'ENJEU SUR LA QUALITÉ DE L'EAU :						107,15/150

Légende des intervalles pour chaque indice de rendement durable

	Faible	Moyen	Élevé
Environnementale	[1; 27,33]	[27,34; 53,67]	[53,68; 80]
Sociale	[1; 15,66]	[15,7; 30,33]	[30,34; 45]
Économique	[1; 7,33]	[7,34; 13,67]	[13,68; 20]
Gouvernance	[1; 2,33]	[2,34; 3,66]	[3,67; 5]
Valeur totale	[1; 50,66]	[50,67; 100,33]	[100,34; 150]

⁵ La note de performance durable des critères se trouve également dans le cadre de référence de l'annexe 12 pour la dimension environnementale; l'annexe 13 pour la dimension sociale; l'annexe 14 pour la dimension économique; et l'annexe 15 pour la gouvernance.

Le tableau 5.10 ci-dessous présente l'indice de rendement durable global du régime. Il s'agit des résultats colligés provenant des deux grilles d'évaluation. L'indice est de 187,5 / 300, ou moyen.

Tableau 5.10 Indice de rendement durable global du régime

	Indice de rendement de la quantité d'eau	Indice de rendement de la qualité de l'eau	Indice de rendement total du régime
Indice de rendement	80,35/150	107,15/150	187,5/300

Légende de l'indice de rendement durable totale du régime

Faible	Moyen	Élevé
[1; 100,6]	[100,7; 200,3]	[200,4; 300]

6 ANALYSE

Ce chapitre présente une analyse critique des résultats de l'indice de performance durable de l'évaluation multicritère. L'approche se fait tout d'abord par une analyse systémique de chacun des deux enjeux (quantité et qualité de l'eau). Pour chaque dimension DD étudiée, la justification de la note de performance durable attribuée à ses critères est expliquée. Il s'en suit d'une analyse explicite propre à la dimension DD, puis d'une analyse globale du régime.

6.1 Analyse des résultats de l'enjeu sur la quantité d'eau disponible

L'évaluation a permis d'attribuer au régime un indice total de rendement « moyen ». La démarche d'analyse effectuée indique que dans sa forme actuelle le régime n'a pas été conçu pour assurer, voire surveiller, les quantités d'eau souterraine disponibles à l'échelle des aquifères sur l'ensemble du territoire québécois. Le régime met plutôt l'accent sur les débits extraits à l'échelle locale.

6.1.1 Dimension environnementale

La valeur accordée au critère n° 1 est de 4/4 parce qu'il représente le seul critère rattaché à cette dimension. Une note de performance durable de 3 se justifie parce qu'il n'y a pas suffisamment d'actions qui prennent en compte la contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres. Quoiqu'une approche de DD soit perceptible, les actions manquent tout de même de précision et sont difficilement mesurables par les deux indicateurs attribués au critère.

✓ Analyse

L'évaluation attribue un indice de rendement durable « moyen » à cette dimension. Cela démontre que le régime ne considère pas assez la contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres dépendants. Cette observation tend à confirmer qu'un manque de connaissance sur la connectivité avec les eaux de surface semble persister. Une exception concerne les études de caractérisation assujetties à de futurs sites de forage pour l'exploitation d'hydrocarbures. Ces études doivent comporter des renseignements sur les liens entre les eaux souterraines avec les eaux de surfaces. Par ailleurs, une vérification de la liste des projets assujettit de l'art. 2 du *Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement* a permis de constater qu'elle ne comporte aucune catégorie sur le prélèvement d'eau souterraine. Même si l'al. 1 de l'article 33.77 LQE prévoit que le ministre tient compte dans sa décision des impacts environnementaux visés par une demande de prélèvements assujettie à l'art. 33.75 LQE, une exigence d'ÉIE formelle semble demeurer à sa discrétion. Ce scénario s'oppose à l'art. 36 de l'ancien RCES. Le guide d'interprétation du règlement mentionnait qu'une

demande d'autorisation pour des prélèvements de 300 m³ d'eau et plus par jour devait être accompagnée d'une ÉIE en surface (lacs, résurgences, cours d'eau, etc.) (MDDEP, 2010, p. 78). En dépit de cette différence entre l'ancienne et la nouvelle juridiction, le guide d'interprétation du RCES servirait présentement de canevas d'étude par le MDDELCC dans l'application du nouveau régime. Cela laisse donc croire que le ministre est bien au fait des impacts potentiels des prélèvements sur la contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres. Ce guide n'était pas inclus dans le cadre d'analyse présenté à la section 5.2, car il est associé à l'ancien règlement. Hormis ces observations, une meilleure reconnaissance des services écologiques de régulation produits par l'aquifère et des capacités de support des écosystèmes aquatiques terrestres renforcerait les exigences environnementales du régime.

6.1.2 Dimension sociale

La valeur accordée au critère n° 2 est de 1,3/3. Cette valeur est la plus élevée en raison de l'importance accordée aux approvisionnements à long terme pour la collectivité. La note de performance durable de 2 semble appropriée en raison du manque de précision sur les façons dont le législateur prévoit s'y prendre pour satisfaire la demande en eau des collectivités. Les seules obligations permettant de documenter les taux de recharge d'un aquifère et le confinement des nappes ciblent la caractérisation de projets voués à des sites de forages (art. 38, par. 6 RPEP). Pourtant, les pressions directes les plus importantes sont associées au secteur résidentiel (se référer à la figure 2.3) et le RPEP n'exige pas de fournir des données de caractérisation sur la recharge de futurs sites de prélèvements. Une demande d'autorisation assujettie à l'art. 31.75 LQE doit seulement inclure des données reliées au volume d'eau maximal prélevé et consommé par jour (art. 7, par. 5, al. 1 RPEP).

La valeur accordée au critère n° 3 est de 1,2/3. Elle est presque équivalente au critère n° 2 parce qu'il se préoccupe d'un accès équitable à la ressource. Une note de performance durable de 3 semble appropriée étant donné que les actions prévues par le régime manquent de précision et sont difficilement mesurables par les deux indicateurs attribués au critère. L'échelle temporelle des actions s'applique au présent et au futur.

La valeur accordée au critère n° 4 est de 0,5/3. C'est la valeur la plus basse des trois critères de la dimension sociale. Les raisons sont que l'application de mesures de suivi piézométrique ne nécessite pas autant d'engagement et de planification que les critères 2 et 3. Une note de performance durable de 2 semble appropriée, car les actions prévues par le régime manquent de clarté sur les exigences de suivi piézométrique.

✓ Analyse

Le résultat de l'indice de rendement durable est « moyen » en raison du nombre peu élevé d'actions permettant de documenter les niveaux piézométriques et les taux de recharges des aquifères. La connaissance de ces données permettrait de mieux gérer le service écologique d'approvisionnement d'une communauté pour le présent et le futur, surtout si l'aquifère se trouve dans une région à forte croissance démographique. Plusieurs dispositions à caractères sociaux et territoriaux du régime apparaissent à l'article 31.77, par.1, al.3 LQE. Par contre, aucune de ces mesures ne vient préciser si le ministre a le devoir de les considérer dans sa prise de décision. Ceci sous-entend que ces dispositions demeurent à sa discrétion lors de l'évaluation d'une autorisation de prélèvement. L'article 31.77, par. 2 LQE mentionne que le ministre tient compte dans sa décision de satisfaire les besoins actuels et futurs des différents usages de l'eau, mais aucune disposition ne mentionne quelles informations lui sont nécessaires pour calculer le pourcentage de la recharge qui est utilisée. Il en va de même pour savoir comment le ministre s'assure que le prélèvement sera viable à long terme à l'échelle des aquifères. Le constat est que le Québec ne dispose pas d'une base de données à jour pour suivre l'état des niveaux piézométriques. Il y a certes le *Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec*, mais celui-ci ne publie que des données ponctuelles qui ne reflètent pas toujours un portrait réel de la situation. Il est donc difficile de surveiller les nappes déficitaires sur le territoire.

6.1.3 Dimension économique

La valeur accordée au critère n° 5 est de 1,2/2. La connaissance des niveaux de dépendance de chaque secteur d'activité permet de mieux gérer les impacts économiques d'une distribution non équitable de la ressource. L'exemple du conflit d'usage de Lac-Brome présenté à la section 1.3.3 démontre que les coûts supplémentaires assumés par les résidents lors de la pénurie d'eau étaient significatifs. Ces coûts ont même contribué à l'édification de tensions sociales dans la communauté. Rappelons qu'une industrie de la région consommait à elle seule près du tiers des réserves d'eau souterraine disponibles. La note de performance durable du critère est de 2 en raison de l'absence d'actions concrètes prévues par le régime.

La valeur accordée au critère n° 6 est de 0,8/2. La valeur monétaire d'un aquifère pourrait surtout s'appliquer dans les régions où les niveaux de dépendance à la ressource sont importants (ex. : Mauricie, Vaudreuil-Soulange et Abitibi-Témiscamingue). Une note de performance durable de 1 se justifie, car le régime ne prévoit aucune action pour calculer la valeur monétaire.

✓ Analyse

La dimension économique est de loin la moins performante avec un indice de rendement durable « faible ». Le MDDELCC ne dispose pas de moyen efficace pour estimer la valeur monétaire de l'eau souterraine. Déterminer cette valeur permettrait d'évaluer la contribution du capital naturel d'un aquifère

au produit régional net. Par exemple, l'utilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation de terres agricoles se traduit par une augmentation des revenus des agriculteurs qui ont recours à cette forme de culture. En l'absence de la ressource, l'activité économique ne pourrait pas être poursuivie. La plupart des MRC et municipalités du Québec disposent d'un système secondaire d'approvisionnement qui les rend moins dépendantes à l'eau souterraine. Toutefois, certaines régions ayant un niveau de dépendance élevé à la ressource telle que la MRC de la Vallée-de-l'Or avec 93,1 % (Cloutier, 2013, p. 106), la municipalité de Rimouski avec 98 % (Buffin-Bélangier et autres, 2015, p. 136) et la ville de Trois-Rivières avec 61 % (Leblanc et autres, 2013, p. 112) gagneraient à quantifier en dollars la contribution du service écologique d'approvisionnement d'un aquifère au bien-être économique de leur population.

6.2 Analyse des résultats de l'enjeu sur la qualité de l'eau

L'évaluation a permis d'attribuer un indice de rendement de durabilité total « élevé », mais tout de même à sept points du seuil « moyen ». La démarche d'analyse effectuée indique que dans sa forme actuelle, le régime a été conçu pour assurer une qualité de l'eau souterraine en périphérie des sites de prélèvements sur l'ensemble du territoire québécois. Ce constat se fait rassurant pour l'ensemble de la population, puisqu'il démontre que l'État assume son rôle de gardien du bien commun. Une exception s'observe une fois de plus devant la piètre performance des actions rattachées à la dimension économique.

6.2.1 Dimension environnementale

La valeur accordée au critère n° 7 est de 1,4/4. La pertinence de connaître la vulnérabilité d'un aquifère est de première importance avant de procéder à l'installation d'un système de prélèvement. Une note de performance durable de 4 se justifie, car le MDDELCC dispose d'une méthode scientifique reconnue. Le ministère oblige de calculer l'indice DRASTIC pour les prélèvements de catégories 1 ou l'assume élevé pour les prélèvements de catégories 2 et 3. Le régime oblige une collecte de données aisément mesurables par l'indicateur n° 9 Indice DRASTIC. À l'inverse, les données sont difficilement mesurables par l'indicateur n° 11 Proportion des aires de recharge dans des zones vulnérables.

La valeur accordée au critère n° 8 est de 1,3/4. Suite à la détermination de l'indice DRASTIC, la délimitation d'aires de protection est primordiale à la préservation de la qualité de la ressource. Une note de performance durable de 4 semble appropriée. Le régime prévoit des actions de protection pour les sources de contamination bactériologiques et virologiques des trois catégories de prélèvements. Par contre, les distances prescrites ne traitent pas des sources de contamination chimiques (ex.: réservoirs pétroliers, solvants, etc.).

La valeur accordée au critère n° 9 est de 1,3/4. Une note de performance durable de 3 semble appropriée en raison du nombre de mesures préventives énoncées par le régime. Le principe de précaution fait partie des actions, mais ne doit pas se substituer à une analyse de risques rigoureuse. En dépit de ces mesures, on peut constater que les MRC n'ont pas à intégrer les aires d'alimentation des puits et les zones de vulnérabilité DRASTIC au SAD. Or, cette mesure est un incontournable pour prévenir les risques de contamination, car les différentes affectations des sols et leurs niveaux d'utilisations peuvent contribuer à dégrader la ressource.

✓ Analyse

L'évaluation a permis d'attribuer un indice de rendement durable « élevé » à cette dimension. Les actions prévues par le régime sont nombreuses et supportent la préservation de l'intégrité de l'eau souterraine principalement en périphérie des sites de prélèvement. Ces actions contribuent à la préservation du service écologique de régulation de l'aquifère. Établir un périmètre de protection autour des puits permet de prévenir toutes formes de pressions directes reliées à des sources de pollution diffuse en périphérie des puits, mais les distances prescrites ne semblent pas tenir compte des sources potentielles de contaminations chimiques. De plus, les aires de protection des catégories 2 et 3 sont des distances fixes qui peuvent ne pas correspondre aux aires de recharge et d'alimentation du puits en raison de la géologie locale. Ces aires semblent correspondre davantage à une protection du puits que de l'aquifère. De même, il y a un manquement au régime et c'est d'avoir une obligation similaire à celle de l'Ontario visant l'élaboration d'un plan de protection des sources d'eau en intégrant les aires d'alimentation des puits et les zones de vulnérabilité DRASTIC au SAD (voir la section 3.3.1 de l'essai).

6.2.2 Dimension sociale

La valeur accordée au critère n° 10 est de 3/3 parce qu'il s'agit du seul critère de la dimension. Une surveillance rigoureuse de la qualité de l'eau est primordiale pour assurer une consommation sans risque pour la santé. Une note de performance durable de 4 se justifie parce que les actions prévues par le régime obligent le demandeur à recueillir des données mesurables par les deux indicateurs. Par contre, plusieurs des actions prévues sont spécifiques à l'exploration hydrocarbures, mais ne sont pas nécessairement requises pour l'exploitation des puits d'eau potable surtout lorsque ces puits ne sont pas assujettis à une autorisation ministérielle.

✓ Analyse

L'analyse démontre que la dimension sociale constitue une préoccupation importante du régime. Le niveau de rendement durable « élevé » confirme que les actions prévues supportent une protection de la qualité d'eau destinée à la consommation humaine au présent et au futur. Ces actions tendent à protéger la santé publique par des moyens rigoureux de surveillance. Ils permettront aux parties prenantes d'agir

rapidement en cas de contamination accidentelle des aquifères. Le régime présente toutefois une lacune sur le suivi de la qualité de l'eau de puits individuels localisés dans des zones à haut risque de contamination (ex. : les puits situés en milieu agricole exposé à des pesticides, coliformes fécaux, nitrites / nitrates, à proximité d'un site d'enfouissement, ou en bordure d'une route exposée à des sels de déglacage). Les suivis sur la qualité de l'eau pour un grand nombre de puits individuels demeurent à la discrétion des propriétaires, alors qu'ils pourraient être exigés par le régime. Un encadrement plus soutenu semblerait indiqué et permettrait de contrôler davantage les pressions directes reliées aux sources de contamination et aux changements d'affectation des sols.

6.2.3 Dimension économique

La valeur accordée au critère n° 11 est de 2/2 parce qu'il s'agit du seul critère de la dimension. Une note de performance durable de 2 se justifie, car on perçoit que le MDDELCC est sensible à la perte de revenus des agriculteurs. Par contre le régime prévoit un système de compensation financière qui est non durable, puisqu'il s'agit *à priori* d'un programme de subvention.

✓ Analyse

L'indice de rendement durable est « moyen ». Les mesures prévues pour atténuer la vulnérabilité économique de l'incidence de nouveaux puits en milieu agricole ne sont pas durables. Le MDDELCC semble reconnaître les impacts économiques occasionnés par leurs présences, mais la mesure d'indemnisation prévue en 2006 en collaboration avec le ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (Québec. Ministère des Affaires municipales et des Régions, 2006) n'est pas durable. Il s'agit d'une compensation économique en appui à l'application d'un règlement (mesure contraignante) qui s'apparente à une subvention. La subvention est certes une solution économique ponctuelle à court terme, mais elle représente une dépense pour l'État qui peut conduire à une perforation de l'équilibre budgétaire (Daguet, 2014). Des dispositions plus performantes et plus durables sont recommandées au chapitre 7.

6.3 Analyse des résultats sur la gouvernance

La valeur accordée au critère n° 12 est de 0,4/1. Considérer les parties prenantes dans la gestion de la ressource est le critère de gouvernance le plus important. Une note de performance durable de 4 semble appropriée étant donné que les mesures prévues par le régime sont claires et cohérentes, mais ne sont pas toutes mesurables par l'indicateur.

La valeur accordée au critère n° 13 est de 0,35/1. Le libre accès aux informations d'un bien commun accentue la responsabilisation des parties prenantes face à la ressource. Une note de performance durable de 5 semble appropriée en raison de l'abondance de documents à caractère public prévue par le régime. Ces documents sont disponibles à quiconque souhaite obtenir des renseignements détenus par les autorités publiques.

La valeur accordée au critère n° 14 est de 0,25/1. Une note de performance durable de 4 semble appropriée parce qu'un cycle de révision du RPEP est intégré au régime. Quelques lacunes de durabilité sont néanmoins perceptibles et des mesures additionnelles de gestion adaptatives mériteraient de s'ajouter à celles déjà existantes.

✓ Analyse

L'évaluation a démontré un indice de rendement durable « élevé ». Les modes de gouvernance mis en place par le régime sont performants et durables. L'esprit du régime tend à adopter une gestion intégrée de la ressource en considérant ses parties prenantes. Une de ses forces réside en l'accessibilité aux informations, puisque la plupart des études de demandes d'autorisation ont un caractère public. Ce niveau de transparence est bénéfique pour l'État, car il assure une meilleure acceptation de ses décisions par les parties prenantes (citoyens, industries, etc.). Le fait que le régime considère que tout individu a le droit de participer à l'élaboration de décisions qui ont une incidence sur l'eau favorise un niveau d'engagement participatif supérieur. Cela encourage l'autonomisation de la collectivité dans la gestion durable de la ressource. L'entrée en vigueur du régime est encore trop récente pour conclure d'une efficacité réelle des modes de gouvernance. Les révisions périodiques prévues par le RPEP permettront d'identifier et de renforcer les défaillances du régime, le cas échéant.

6.4 Analyse globale de la durabilité du régime

Le résultat de l'indice total de durabilité calculé au tableau 5.10 est « moyen » tout en se positionnant à environ douze points du seuil « élevé ». La démarche d'analyse effectuée indique que dans sa forme actuelle le régime est durable, mais son rendement n'est toujours pas optimal.

Les points forts permettant au régime d'avoir un rendement élevé sont les critères des dimensions « environnementale » et « sociale » associés à l'enjeu sur la qualité de l'eau. La préservation du service écologique de régulation s'avère considérable. La gouvernance est également une force majeure du régime. Le point de mire sur cette dimension indique que le régime n'est pas laxiste et que des actions concrètes sont prévues pour prévenir l'amplification de pressions directes sur la ressource.

Un rendement moyen est associé aux dimensions « environnementale » et « sociale » de l'enjeu sur la quantité d'eau. Les actions du régime ne considèrent pas assez les pressions directes en lien avec les changements d'affectation des sols et les prélèvements excessifs. D'emblée, la préservation du service écologique d'approvisionnement nécessite plus de considération. Il en est de même pour les pressions indirectes reliées à l'augmentation de la population et aux habitudes de consommation de la ressource par les communautés.

Le rendement faible qui limite l'atteinte d'un niveau optimal de durabilité est rattaché aux trois critères de la dimension économique (critères n° 5, 6 et 11). Le manque de considération de la valeur monétaire de la ressource à partir des services écologiques produits par l'aquifère en fait un maillon déficient du régime.

7 RECOMMANDATIONS

À la lumière de l'analyse, ce chapitre propose des éléments d'amélioration du régime en vue de le rendre plus optimal. Comme il ne peut assurer à lui seul une gestion durable de la ressource, des outils supplémentaires pourraient s'y greffer. Ce chapitre propose dix-sept recommandations qui s'adressent à la fois au MDDELCC et aux parties prenantes du régime.

7.1 Recommandations générales

- ✓ Le régime d'autorisation de prélèvements d'eau a été créé en aval des livrables PACES. Un cheminement inverse aurait pu être envisagé par le MDDELCC. La juridiction se serait appuyée sur des données à jour et sur les recommandations des nombreux groupes de recherches et intervenants régionaux. La conception du cadre normatif se serait exécutée de façon intégrée. En dépit de cette lacune, le ministère est invité à profiter des prochaines mises à jour du RPEP pour réviser sa démarche en modifiant sa réglementation à partir des préoccupations des parties prenantes.
- ✓ La méthodologie et les grilles d'évaluation multicritère présentées au chapitre 5 pourraient être utilisées et adaptées lors de futures révisions du RPEP.
- ✓ L'adoption d'un système d'indicateurs environnementaux officiels se révèle nécessaire. En l'absence d'indicateur, les gestionnaires régionaux ne peuvent pas mesurer l'état de la ressource ni identifier les problématiques pertinentes à leur région. Ils permettraient également de cibler les priorités d'intervention. Les travaux de Lavoie (2013) et de Carrier et autres (2013) viennent supporter cette recommandation. Les indicateurs présentés dans cet essai pourraient servir de premières ébauches aux officiers du MDDELCC.

7.2 Recommandations pour assurer les quantités d'eau

Environnementale

- ✓ Le MDDELCC est invité à intégrer au régime des règles spécifiques pour mieux comprendre la connectivité des eaux souterraines avec les eaux de surfaces. L'absence d'études approfondies ne permet pas de préciser les connexions hydrauliques existantes entre les milieux humides et les nappes d'eau souterraine. Les travaux de Gagné (2010) et de Scanlon et autres (2002) mentionnés à la section 4.2.1 proposent différentes méthodologies pour quantifier la contribution des eaux souterraines aux eaux de surfaces. Le ministère aurait avantage à s'en inspirer pour mieux considérer le service écologique de régulation dans ses décisions.

- ✓ Il serait approprié de spécifier dans la juridiction que les eaux de surfaces et souterraines puissent être gérées comme une seule et unique ressource. La Colombie-Britannique intégrera ce principe dans sa nouvelle législation sur l'eau en 2016 (Canada. Colombie-Britannique, s. d.b). Le Québec pourrait suivre cette même direction.

Sociale

- ✓ Le MDDELCC pourrait envisager le développement d'un outil de surveillance en réseau mesurant les niveaux piézométriques en temps réel. Ce réseau pourrait se limiter aux régions où des niveaux de dépendance à l'eau souterraine sont élevés. Le modèle *Groundwater Watch* créé par le USGS présenté à la section 3.4.3 ou celui développé par la Colombie-Britannique serviraient de modèle de départ. Si des données statistiques des aquifères régionaux ne permettent pas de remonter assez loin dans le passé (un minimum de dix ans est requis pour appliquer la méthode du *Percentile Classes* du USGS), la méthode de Jacques Whitford présentée à la section 3.4.1 pourrait être considérée. Ces données pourraient servir de base pour la surveillance et la gestion du pourcentage de la recharge d'eau qui est utilisée, particulièrement dans les régions à forte croissance démographique. Cela favoriserait la préservation du service écologique d'approvisionnement.

Économique

- ✓ Envisager l'attribution d'une valeur économique à l'eau souterraine à partir des services écologiques produits par les aquifères. La méthodologie de Kulshreshtha (1994) pourrait être utilisée comme point de pivot au développement de cette démarche.
- ✓ Le MDDELCC est invité à introduire un modèle de tarification de l'eau souterraine proportionnelle à sa rareté. Cela s'avèrerait bénéfique pour préserver la ressource. La rareté serait évaluée en fonction du bilan hydrique. Payer pour s'alimenter en eau incite à un usage modéré et économe de la ressource.

7.3 Recommandations pour assurer la qualité de l'eau

Environnementale

- ✓ Il serait avantageux de collaborer avec le MAMOT pour adopter un projet de loi dans le but de modifier la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (LAU). Aucune mesure n'exige spécifiquement de tenir compte des zones de recharge et de vulnérabilité des aquifères dans la planification du territoire. Le but serait d'insérer à la LAU des dispositions obligeant les MRC à intégrer des zones de protection d'aires d'alimentation des puits dans le SAD. Une solution serait d'amender l'art. 5, par. 4 de la LAU en y ajoutant des précisions sur la prévention des risques de contamination des aquifères.

(Art. 5, par. 4. Le schéma doit, à l'égard du territoire de la municipalité régionale de comté : déterminer toute zone où l'occupation du sol est soumise à des contraintes particulières pour des raisons de sécurité publique, telle une zone d'inondation, d'érosion, de glissement de terrain ou d'autre cataclysme, ou pour des raisons de protection environnementale des rives, du littoral et des plaines inondables.)

Ces modifications à la LAU pourraient ensuite s'ajouter comme un pilier juridique additionnel du régime au même titre que la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* et la section V de la LQE. Dans les faits, comme la gestion de l'eau souterraine et l'aménagement du territoire sont intrinsèquement reliés (Rivera, 2014), il y aurait lieu de moderniser et d'harmoniser les orientations gouvernementales du cadre instauré par la LAU en incluant la protection des aquifères. Ces orientations constituent « le véhicule des préoccupations du gouvernement et un outil d'échange entre ce dernier et les MRC et les CM sur les questions d'aménagement du territoire (Québec. Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire, 2015) ». Ces démarches permettraient de préserver à la fois le service écologique de régulation et de contrôler la pression directe associée aux changements d'affectation des sols. Cette recommandation vient en appui au Centre Géoscientifique du Québec dans un mémoire remis au BAPE lors de la séance de consultation publique de la Commission sur la Gestion de l'eau au Québec en 2000 :

« [...] le gouvernement doit intégrer la protection des eaux souterraines au schéma d'aménagement. Les schémas d'aménagement constituent d'excellents véhicules pour assurer la protection des eaux souterraines, pourvu que ces schémas soient basés sur des informations adéquates. » (Lefebvre et autres, 1999, p. 19).

- ✓ Les municipalités et CM sont invitées à intégrer des plans de protections des zones de recharges et de vulnérabilité aux *Plans d'urbanisme* en fonction des pressions directes et de leurs niveaux de dépendance aux eaux souterraines.

Sociale

- ✓ Il serait souhaitable qu'une surveillance de la qualité de l'eau des installations de prélèvements assujetties à une autorisation municipale (prélèvements de catégorie 3 lorsqu'il est en deçà de 75 000 litres par jour ou pour alimenter 20 personnes et moins) soit mieux encadrée par les municipalités. Comme elles ont la responsabilité d'émettre les autorisations, elles pourraient implanter un programme de suivi périodique. Il serait financé à même les taxes municipales dans les secteurs à risques exposés aux pressions directes de contamination diffuses et ponctuelles. Cette mesure contribuerait au maintien

du service écologique de régulation de l'aquifère tout en contrôlant les pressions reliées aux différentes sources de contamination.

Économique

- ✓ Le programme de compensation actuel du MAMOT pour les agriculteurs n'apparaît pas comme un système performant. Le MDDELCC aurait avantage à créer une politique économique plus durable et plus invitante qui tendrait à modifier des comportements mettant en danger la pérennité du service écologique produit par l'aquifère, comme un changement de méthodes culturales qui contribuerait à diminuer les sources de pollution diffuses. La mise œuvre d'un programme de *Paiement pour service écologique* (PSE) pour compenser les pertes de revenus des agriculteurs serait beaucoup plus complet en termes économique et écologique. Le PSE incite à modifier des comportements mettant en danger la pérennité d'un service écologique. Le PSE génère une valeur sociale et économique se traduisant par une plus-value, c'est-à-dire un paiement à l'agriculteur. Ce sont les citoyens qui paieraient pour inciter à des pratiques non polluantes, lesquelles se traduiraient par la pérennité de la qualité de l'eau souterraine sur tout le territoire. Plusieurs modèles internationaux de PSE sont présentés dans le document *La rétribution des biens et services environnementaux en milieu agricole : éléments d'analyse pour le Québec* (Québec. Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation, 2005).

7.4 Recommandations sur la gouvernance

- ✓ Les municipalités et CM sont appelées à contribuer davantage à la protection de l'eau souterraine en intégrant à leur réglementation des programmes de vidange de fosses septiques obligatoires. La ville de Lévis emboîtera le pas dès 2016 (Morin, 23 juillet 2015) et la municipalité de Val des Monts en Outaouais a entamé le pas en 2014 (Municipalité de Val-des-Monts, 2014). Ces mesures permettraient de contrôler la pression directe associée aux sources de contamination ponctuelles.
- ✓ Il faut que les OBV puissent bonifier leur *Plan directeur de l'eau* en incorporant des mesures d'interventions prioritaires de protection des eaux souterraines.
- ✓ Le citoyen est invité à s'éduquer davantage sur la ressource. Il a une part de responsabilité à jouer dans sa préservation, car le secteur résidentiel en est le plus grand utilisateur. De nombreux documents vulgarisés sont disponibles en libre accès sur le web, dont le « Le puits » (Québec. Ministère de l'Environnement, 2003). Ce comportement permettrait d'atténuer la pression indirecte reliée aux habitudes de consommation de la ressource par la communauté.
- ✓ Le MDDELCC est invité à respecter l'art. 17 de la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection*. La loi prévoit que le *Bureau des connaissances sur l'eau* transmette au ministre un rapport sur l'état des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques tous

les cinq ans. Cette forme de reddition de compte pourrait inclure un bilan des usages de l'eau souterraine à l'échelle des BV. Le projet serait coordonné par les OBV, puis rédigé par les groupes de recherche universitaire. Une solution alternative à l'art. 17 serait de présenter un bilan de l'état des eaux souterraines lors des périodes d'évaluation des normes du RPEP⁶.

- ✓ Il faut développer des mesures de gestion adaptative pour pallier les effets de la pression directe « changements climatiques et environnementaux » sur la recharge des aquifères. Ces mesures permettraient de réduire ou d'atténuer la vulnérabilité des systèmes hydrogéologiques face aux impacts de ces changements. La gestion adaptative offre une certaine souplesse et des possibilités d'ajustement dans un contexte d'incertitude scientifique.

⁶ Art. 106, RPEP. Les normes sur les prélèvements d'eau à des fins de consommation humaine et de transformation alimentaire sont évaluées trois ans après son entrée en vigueur et par la suite tous les cinq ans.

CONCLUSION

Cet essai a permis de répondre à l'objectif général d'évaluer la durabilité du nouveau régime d'autorisation de prélèvements d'eau. La juridiction du régime comprend la section V de la LQE, la *Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection* et le RPEP. L'évaluation examinait si l'application du régime répond à deux enjeux de société qui sont d'assurer une quantité et une qualité d'eau aux générations actuelles et futures. Elle visait spécifiquement l'eau souterraine du Québec municipalisé.

Un bilan général de la ressource a identifié les quantités moyennes d'eau utilisée et les taux de contamination naturelle des régions du Québec à partir des données de douze rapports PACES. La moyenne de dépendance à l'eau souterraine provinciale est estimée à 32 %, soit l'équivalent d'un mètre cube d'eau sur trois. Le pourcentage de dépendance de l'eau souterraine du secteur résidentiel est de 47 %, du secteur ICI 33 % et du secteur agricole 20 %. La contamination naturelle a été évaluée à partir des pourcentages de dépassements des valeurs de CMA et des valeurs d'objectifs esthétiques. Pour les CMA, les dépassements en arsenic, en baryum et en fluor sont présents dans plusieurs des régions étudiées. Pour les objectifs esthétiques, les dépassements en manganèse, en fer et en chlorures sont observés dans toutes les régions. Il a été impossible de dresser un bilan régional de la contamination anthropique, car la présence de bactéries, de coliformes et de certains pesticides reflète une problématique à l'échelle du puits et de son environnement immédiat.

L'outil préconisé pour poser le diagnostic de durabilité était la grille d'évaluation multicritère. Elle a été exécutée de façon systémique à partir de quatorze critères répartis parmi les quatre piliers du développement durable suivants : environnement, social, économique et gouvernance. Un indice de performance durable à trois niveaux (faible, moyen, élevé) a été attribué à chacun des deux enjeux, puis de façon globale pour l'ensemble du régime. La valeur de l'indice tenait compte de la cohérence des critères évalués avec des principes du DD, des indicateurs environnementaux et d'actions extraites du cadre juridique du régime. La limite de l'outil demeure l'aspect subjectif de la notation par l'évaluateur. Celle-ci a pu être influencée par son niveau de connaissances sur le sujet et par son champ d'expertise en la matière. Les résultats de l'évaluation ont démontré que l'enjeu sur la quantité d'eau a un indice de rendement durable « moyen ». L'enjeu sur la qualité de l'eau s'est vu attribuer un indice de rendement durable « élevé », mais à seulement sept points du niveau « moyen ». En définitive, les résultats colligés des deux enjeux ont permis d'attribuer un indice de rendement durable total « moyen » à l'ensemble du régime. Les conclusions de l'analyse permettent de constater que, dans sa forme actuelle, le régime a un niveau de durabilité acceptable, mais son rendement n'est pas optimal. Le régime semble avoir été conçu pour mettre l'accent sur la qualité de l'eau souterraine et non la surveillance de sa quantité. La durabilité de la ressource ne dépendra pas

uniquement de l'efficacité du cadre normatif et d'autres outils de gestion devront s'y greffer. Les points forts permettant au régime d'avoir un rendement élevé sont les critères des dimensions « environnementale » et « sociale » associés à l'enjeu sur la qualité de l'eau. La gouvernance est également une force majeure du régime. Le rendement moyen est associé aux dimensions « environnementale » et « sociale » de l'enjeu sur la quantité d'eau. Le rendement faible limitant l'atteinte d'un niveau optimal de durabilité est rattaché aux trois critères de la dimension économique

Dans les limites de l'évaluation proposée, dix-sept recommandations durables sont suggérées aux parties prenantes. Parmi celles-ci, au niveau environnemental il serait avantageux d'intégrer un système d'indicateurs environnementaux officiels. Il faut également considérer des règles plus strictes pour mesurer la connectivité des eaux souterraines avec les eaux de surfaces afin qu'elles puissent être gérées comme une seule et unique ressource. Au niveau social, le MDDELCC pourrait développer un outil de surveillance en réseau pour mesurer les niveaux piézométriques en temps réel dans les régions où les pressions sur les aquifères sont élevées. Ces données serviraient de base pour gérer le pourcentage de la recharge qui est utilisée, particulièrement dans les régions comportant des risques de conflits d'usages. De concert avec le MAMOT, il faut obliger l'instauration de zones protégées d'aires d'alimentation des puits au SAD. Au niveau économique, il est suggéré de remplacer le programme actuel de compensation financière des agriculteurs par un programme de *Paiement pour services écologiques*. Le MDDELCC pourrait également incorporer un modèle de tarification de l'eau souterraine selon un principe proportionnel à sa rareté. La tarification serait évaluée en fonction du bilan hydrique. Au niveau de la gouvernance, les municipalités sont invitées à intégrer à leur réglementation des programmes obligatoires de vidange de fosses septiques. Les OBV sont invités à bonifier leur PDE en y intégrant des mesures reliées à la protection des aquifères. Il est recommandé d'entreprendre un projet de reddition de compte des usages et de l'état de l'eau souterraine aux cinq ans. Enfin, il faut développer des mesures de gestion adaptative pour pallier les effets des changements climatiques et environnementaux sur la recharge des aquifères.

Comme le régime d'autorisation de prélèvements des eaux est entré en vigueur depuis seulement douze mois, la méthode utilisée dans cet essai pourrait servir ultérieurement pour réévaluer son niveau de durabilité lors des prochaines modifications, le cas échéant. Puisque le présent travail a ciblé uniquement les aspects théoriques de la juridiction, une proposition pour un autre essai serait d'évaluer l'efficacité environnementale du régime dans la pratique.

RÉFÉRENCES

- André, P., Delisle, C., Revéret, J.P. (2010). *L'évaluation des impacts sur l'environnement – Processus, acteurs et pratique pour un développement durable*, 3^e édition. Presses internationales Polytechnique, Montréal, 398 p.
- Artiola, J.F. et Uhlman, K.U. (2009). Arizona well owner's guide to water supply. In The University of Arizona. *Extension*. <http://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1485.pdf> (Page consultée le 16 août 2015).
- Banque du Canada (2015). Indice des prix à la consommation. In Feuille de calcul d'inflation. <http://www.banqueducanada.ca/taux/renseignements-complementaires/feuille-de-calcul-de-linflation> (Page consultée le 17 juillet 2015).
- Banton, O. et Bangoy, L. (1997). *Hydrogéologie : Multiscience environnementale des eaux souterraines*. Presses de l'Université du Québec, Québec, 470 p.
- Beaudet, F. (2012). *L'eau : code-rouge!* Édition Amalthée, Nantes, 335 p.
- Beaudet, F. (2007). *L'Eau : l'exporter pour mieux la respecter*. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, 88 p.
- Bergeron, P. (17 décembre 2014). Pas de gaz de schiste pour l'instant, mais cela pourrait changer, dit Arcand. In La Presse.ca. *Actualité. Environnement*. <http://www.lapresse.ca/environnement/dossiers/gaz-de-schiste/201412/17/01-4829156-pas-de-gaz-de-schiste-pour-linstant-mais-cela-pourrait-changer-dit-arcand.php> (Page consultée le 16 juillet 2015).
- Bergkamp, G. et Cross, K. (s. d.) Groundwater and Ecosystem Services: towards their sustainable use. In International Symposium on Groundwater Sustainability (ISGWAS). *Instituto Geológico y Minero de España*. <http://aguas.igme.es/igme/isgwas/Ponencias%20ISGWAS/13-Bergkamp.pdf> (Page consultée le 18 juillet 2015).
- Bond, A., Morrison-Saunders, A. et Howitt, R. (2013). *Sustainability Assessment – Pluralism, practice and progress*. Routledge, New York, 276 p.
- Bourassa, Y. (2014). *ENV 730 Économie de l'environnement, Notes de cours*. Gatineau, Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE), Université de Sherbrooke.
- Brodie-Brown, H. et Baker, K. (2015). Groundwater Resource Management in Ontario. In Ministry of the Environment and Climate Change. http://gin.gw-info.net/service/ngwds/pdf/workshop_ugsso/pres-01%20morning/2MOECC%20Slide%20Deck%2003031%20Groundwater%20Management%20Approved%20Version.pdf;jsessionid=8E6DB74D3E03465F96944CA4FF461268 (Page consultée le 5 juillet 2015).
- Buffin-Bélanger, T., Chaillou, G., Cloutier, C. A., Touchette, M., Hétu, B. et McCormack, R. (2015). *Programme d'acquisition de connaissance sur les eaux souterraines du nord-est du Bas Saint-Laurent (PACES-NEBSL), Rapport final*, 199p.

- Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) (2014). Les enjeux liés à l'exploration et l'exploitation du gaz de schiste dans le shale d'Utica des basses-terres du Saint-Laurent. *In* Rapport 307. *Rapport d'enquête*.
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape307.pdf> (Page consultée Le 6 juillet 2015).
- BAPE (2013). Projet d'ouverture et d'exploitation d'une mine d'apatite à Sept-Îles - Rapport d'enquête et d'audience publique. Rapport 301. *In* BAPE. *Rapport des commissions*.
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape301.pdf>
 (Page consultée le 23 juillet 2015).
- BAPE (2000). L'eau, ressource à protéger, à partager et à mettre en valeur. Rapport de la Commission sur la gestion de l'eau au Québec, 1^{er} mai 2000. *In* *Rapports gestion de l'eau. Archives*.
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/archives/eau/index.htm> (Page consultée le 10 mai 2015).
- BAPE (1994). Restauration du lieu contaminé de Mercier. *In* Rapport d'enquête et d'audience publique. *BAPE. Publication*.
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape085.pdf> (Page consultées le 16 août 2015).
- Canada. Agence canadienne d'évaluation environnementale (2013). Énoncé de politique. *In* Mesures de gestion adaptative en vertu de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale.
<https://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=50139251-1> (Page consultée le 15 août 2015).
- Canada. Environnement Canada (2011). Rapport de 2011 sur l'utilisation de l'eau par les municipalités – Utilisation de l'eau par les municipalités, statistiques de 2009. *In* *Eau. Publication. Contenu archivé*. <http://www.ec.gc.ca/doc/publications/eau-water/COM1454/survey2-fra.htm>
 (Page consultée le 23 juillet 2015).
- Canada. Santé Canada (2014). Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Tableau sommaire. *In* *Santé de l'environnement et du milieu de travail*.
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/index-fra.php
 (Page consultée le 29 juillet 2015).
- Canada. Société canadienne d'hypothèques et de logement (2015). Durabilité. *In* Entreprises, gouvernements, organimes de logement. *Durabilité*.
<https://www.cmhc-schl.gc.ca/fr/prin/dedu/> (Page consultée le 15 août 2015).
- Canadian Broadcasting Corporation (2011). Drinking water at risk in most of Canada. *In* *CBC News. Technology and Science*. <http://www.cbc.ca/news/technology/drinking-water-at-risk-in-most-of-canada-1.985427> (Page consultée le 5 juillet 2015).
- Cantin Cumyn, M., Cantin, M. et Skyrinda, C. (1999) Le statut juridique de l'eau en droit québécois. Mémoire à la Commission sur la gestion de l'eau au Québec Consultation publique tenue à Montréal entre les 23 et 30 novembre 1999. *In* *Météopolitique. Eau. Fiche*.
<http://meteopolitique.com/Fiches/eau/acces/acces%20%C3%A0%20nettoyer/doc/a003.pdf> (Page consultée le 15 août 2015).

- Carrier, M.-A., Lefebvre, R., Rivard, C., Parent, M., Ballard, J.-M., Benoit, N., Vigneault, H., Beaudry, C., Malet, X., Laurencelle, M., Gosselin, J.-S., Ladevèze, P., Thériault, R., Beaudin, I., Michaud, A., Pugin, A., Morin, R., Crow, H., Gloaguen, E., Bleser, J., Martin, A. et Lavoie, D. (2013). *Portrait des ressources en eau souterraine en Montérégie Est, Québec, Canada*. Dans le cadre du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines, INRS, CGC, OBV Yamaska et IRDA. Rapport final INRS R-1433, 283 p.
- Centre d'étude sur les ressources minérales CERM-PACES (2015). *Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de Charlevoix, Charlevoix-Est et La Haute-Côte-Nord*. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi, 294 p.
- CERM-PACES (2013). *Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay-Lac-Saint-Jean*. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi, 308 p.
- CGIAR Research Program on Water, Land and Ecosystems (2015). *Groundwater and ecosystem services: a framework for managing smallholder groundwater dependent agrarian socio-ecologies- applying an ecosystem services and resilience approach*. Colombo. Sri Lanka. International Water Management Institute, 25 p.
- Chaillou, G., Buffin-Bélanger, T. et St-Louis, R. (2012). Synthèse de l'état des connaissances sur les eaux souterraines aux Îles-de-la-Madeleine (Chapitre 1) *In* Bureau des audiences publiques sur l'environnement. *Procédure déposée dans le cadre de l'audience publique du BAPE sur Les effets liés à l'exploration et l'exploitation des ressources naturelles sur les nappes phréatiques aux Îles-de-la-Madeleine, notamment ceux liés à l'exploration et l'exploitation gazière*, 200 p.
- Cloutier, P.-A. (10 juillet 2015). Une production agricole responsable de l'eau contaminée à Saint-Étienne-des-Grès. *In* Ici Radio-Canada – région Mauricie. *Info. Ma région*. <http://ici.radio-canada.ca/regions/mauricie/2015/07/10/004-eau-contaminee-nitrites-nitrates-deglacage-sel-st-etienne-des-gres.shtml> (Page consultée le 17 juillet 2015).
- Cloutier, V. (2014). Impact du PACES sur la connaissance des ressources en eau souterraine au Québec. *In* 82e Congrès de l'Acfas s de l'Acfas, 13 mai 2014. *Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue – webinaire*. <https://www.youtube.com/watch?v=kKoHnEPtXn4&feature=youtu.be> (Page consultée le 25 août 2015).
- Cloutier, V., Blanchette, D., Dallaire, P.-L., Nadeau, S., Rosa, E. et Roy, M. (2013). *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de l'Abitibi-Témiscamingue (partie 1), Rapport final*. Groupe de recherche sur l'eau souterraine, Institut de recherche en mines et en environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 135 p.
- CNW Telbec (20 février 2013). Sécheresse 2012 : Le ministre Stéphane Bergeron rend une nouvelle municipalité admissible au Programme général d'aide financière lors de sinistres réels ou imminents. *In* *Affaires générales. Nouvelles. Gouvernements provinciaux*. <http://archive.newswire.ca/fr/story/1117367/secheresse-2012-le-ministre-stephane-bergeron-rend-une-nouvelle-municipalite-admissible-au-programme-general-d-aide-financiere-lors-de-sinistres-reels> (Page consultée le 8 août 2015).

Code civil du Québec, RLRQ c. C-1991

- Colombie-Britannique. British-Columbia (2014). B.C.'s Historic New Water Sustainability Act. *In* Environment. *Government Operation. Ministry of Environment*, 14 mars. <https://news.gov.bc.ca/stories/bcs-historic-new-water-sustainability-act> (Page consultée le 16 août 2015).
- Colombie-Britannique. British-Columbia (s. d.). Water Sustainability Act. *In* Ensuring our water stays healthy and secure. <http://engage.gov.bc.ca/watersustainabilityact> (Page consultée le 7 juillet 2015).
- Colombie-Britannique. Ministry of Environment (2015). Long-term Trends in Groundwater Levels of BC. *In* Environmental Reporting. <http://www.env.gov.bc.ca/soe/indicators/water/wells>. (Page consultée le 30 mai 2015).
- Colombie-Britannique. Ministry of Environnement, (s. d.a). Ground Water Extraction Projects. *In* Water Protection & Sustainability Branch. http://www.env.gov.bc.ca/wsd/plan_protect_sustain/groundwater/library/envass.html (Page consultée le 7 juillet 2015).
- Colombie-Britannique. Ministry of Environment (s. d.b). Observation Well Network: Vision, Mission Statement and Monitoring Objectives. *In* Water Protection and Sustainability Branch. *Ministry of Environnement. Popular topic*. http://www.env.gov.bc.ca/wsd/data_searches/obswell/objectives.html (Page consultée le 2 juin 2015).
- Comeau, G., Talbot Poulin, M.C., Tremblay, Y., Ayotte, S., Molson, J., Lemieux, J.M., Montcoudiol, N., Therrien, R., Fortier, R., Therrien, P. et Fabien-Ouellet, G. (2013). *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines en Outaouais, Rapport final*. Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, 148 p.
- Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (2014). Programme d'approvisionnement en eau Canada-Québec. *In* Programme terminé. <http://www.cdaq.qc.ca/ShowDoc.asp?Rubrique=365&Document=369> (Page consultée le 11 mai 2015).
- Daguet, S. (2014). *Payer pour polluer? La fiscalité écologique en Suisse. Collection Le savoir suisse*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 141 p.
- Daigneault, R. (2012). *La gestion de l'eau*. Publication CCH Ltée, Brossard, 600 p.
- Datry, T. (2003). *Urbanisation et qualité des nappes phréatiques. Réponses des écosystèmes aquatiques souterrains aux pratiques d'infiltration d'eau pluviale*. *In* Thèse de Doctorat en Écologie, Université Claude Bernard-Lyon 1, Lyon, 220 p.
- De Ladurantaye, R. (2015). *ENV 757 Gestion de l'eau, Notes de cours*. Sherbrooke. Centre universitaire de formation en environnement et développement durable (CUFE), Université de Sherbrooke.
- Delisle, G. (10 avril 2015). L'eau potable de Saint-Étienne-des-Grès contaminée aux nitrites et aux nitrates. *In* Le Nouvelliste. *Actualités. Environnement*. <http://www.lapresse.ca/le-nouveliste/actualites/environnement/201504/10/01-4859783-leau-potable-de-saint-etienne-des-gres-contaminee-aux-nitrites-et-aux-nitrates.php> (Page consultée le 15 juillet 2015).

- EVRI (2015). Environmental Valuation Reference Inventory. <https://www.evri.ca/Global/HomeAnonymous.aspx> (Page consultée le 16 juillet 2015).
- États-Unis. Arizona Department of Water Resources (2014). Public Information Officer. *In* About Us. *History*. <http://www.azwater.gov/AzDWR/PublicInformationOfficer/history.htm> (Page consultée le 16 juillet 2015).
- États-Unis. Arizona Governor's Drought Task Force (2004). Drought Preparedness Plan. *In* Operational drought plan. <http://cwcb.state.co.us/water-management/drought/documents/arizonadroughtplan.pdf> (Page consultée le 23 août 2015).
- États-Unis. United States Environmental Protection Agency (USEPA) (2015). *Assessment of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing for Oil and Gas on Drinking Water Resources*. Executive Summary, Office of Research and Development, Washington, D.C., 28 p.
- États-Unis. USEPA (1987). *DRASTIC: A Standardized System for Evaluating Groundwater Pollution Potential Using Hydrogeologic Settings*. Environmental Research Laboratory Office of Research and Development, Oklahoma, 58 p.
- États-Unis. United States Geological Survey (USGS) (2015a). The World's Water. *In* The USGS Water Science School. *Education*. <http://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html> (Page consultée le 14 août 2015).
- États-Unis. USGS (2015b). Groundwater Watch. *In* USGS. *Groundwater Watch*. <http://groundwaterwatch.usgs.gov/> (Page consultée le 10 mai 2015).
- États-Unis. USGS (2014). Arizona Groundwater Conditions Interactive Map. *In* Arizona Water Science Center. <http://az.water.usgs.gov/projects/azgwconditions/index.html> (Page consultée le 3 juin 2015).
- États-Unis. USGS (s. d.). Percentile. <http://waterwatch.usgs.gov/ptile.html> (Page consultée le 10 mai 2015).
- Fumano, D. (21 juillet 2015). Vancouver City Hall flooded with calls about water abusers. *In* The Province.com. *News*. <http://www.theprovince.com/news/Vancouver+City+Hall+flooded+with+calls+about+water+abusers/11232081/story.html> (Page consultée le 23 juillet 2015).
- Gagné, S. (2010). *Apport de l'eau souterraine aux cours d'eau et estimation de la recharge sur le mont Covey Hill*. Mémoire de maîtrise, Maîtrise en sciences de la terre, Université du Québec à Montréal, Montréal, 99 p.
- Giguère, U. (3 mars 2014). Terrains contaminés: le fardeau du TCE. *In* Les Affaires. *Secteur d'activité. Immobilier*. <http://www.lesaffaires.com/secteurs-d-activite/immobilier/terrains-contamines-le-fardeau-des-tce/566807> (Page consultée le 7 août 2015).
- Global Water Partnership (2014). The links between land use and groundwater - Governance provisions and management strategies to secure a sustainable harvest. *In* Perspectives Paper. http://www.gwp.org/Global/ToolBox/Publications/Perspective%20Papers/perspective_paper_land_use_and_groundwater_no6_english.pdf (Page consultée le 17 juillet 2015).

- Goodland, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 26, p. 1-24
- Griebler, C. et Avramov, M. (2015). Groundwater ecosystem services: a review. *Freshwater Science*, vol. 34, n°1, p. 355-367.
- Groundwater Protection Regulation*, B.C. Reg. 299/2004
- Hamel, P. (2003). Enjeux institutionnels et défis politiques. In Gendron, C. et Vaillancourt, J., Développement durable et participation publique. *De la contestation écologiste aux défis de la gouvernance*, Montréal, Presses de l'Université de Montréal, p. 377-392.
- Hancock, P.J., Boulton, A.J. et Humphreys, W.F. (2005). Aquifers and hyporheic zones: Towards an ecological understanding of groundwater. *Hydrogeology Journal*, 13(1), pp.98–111. <http://chamisa.freeshell.org/AquifersHypo.pdf> (Page consultée le 5 mai 2015).
- Humphreys, W.H. (2009). Hydrogeology and groundwater ecology: Does each inform the other? *Hydrogeology Journal*, vol. 17, n° 1, p. 5-21
- Kulshreshtha, S.N. (1994). *Economic Value of Groundwater in the Assiniboine Delta Aquifer in Manitoba*. Social Science Series N° 29. Environmental Conservation Service, Ottawa, Canada.
- Larocque, M., Meyzonnat, G., Ouellet, M.A., Graveline, M.H., Gagné, S., Barnetche, D. et Dorner S. (2015a). *Projet de connaissance des eaux souterraines de la zone Rivière Nicolet et Bas Saint-François*. Rapport scientifique. Déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, 202 p.
- Larocque, M., Gagné, S., Barnetche, D., Meyzonnat, G., Graveline, M.H. et Ouellet, M.A (2015b). *Projet de connaissance des eaux souterraines de la zone Vaudreuil-Soulange*. Rapport scientifique. Déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements Climatiques, 189 p.
- Larocque, M., Gagné, S., Tremblay, L. et Meyzonnat, G. (2013). *Projet de connaissance des eaux souterraines du bassin versant de la rivière Bécancour et de la MRC de Bécancour – Rapport final*. Rapport déposé au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. 219 p.
- Larousse (s. d.) Systémique. In Dictionnaire de français. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/syst%C3%A9mique/76265> (Page consultée le 22 août 2015).
- Lavoie, R. (2013). *Stratégies pour faciliter l'intégration de l'eau souterraine dans la prise de décision en aménagement du territoire*. Thèse de doctorat, Doctorat en aménagement du territoire et développement régional, Université Laval, Québec. 190 p.
- Leblanc, Y., Légaré, G., Lacasse, K., Parent, M. et Campeau, S. (2013). *Caractérisation hydrogéologique du sud-ouest de la Mauricie*. Rapport déposé au ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières, 134 p.

- Lefebvre, R., Michaud, Y., Martel, R. et Fagnan, N. (1999). La cartographie hydrogéologique régionale – Un outil essentiel à l’inventaire des ressources en eaux souterraines. *In* Mémoire du Centre géoscientifique de Québec. *Présenté au Bureau d’audiences publiques sur l’environnement. Dans le cadre de la consultation publique sur la gestion de l’eau.*
<http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/archives/eau/docdeposes/memoires/memo185.pdf> (Page consultée le 11 août 2015).
- Lefebvre, R., Ballard, J.-M., Carrier, M.-A., Vigneault, H.; Beaudry, C., Berthot, L., Légaré-Couture, G., Parent, M., Laurencelle, M., Malet, X., Therrien, A., Michaud, A., Desjardins, J., Drouin, A., Cloutier, M.H., Grenier, J., Bourgault, M.-A., Larocque, M., Pellerin, S., Graveline, M.-H., Janos, D. et Molson, J. (2015) *Portrait des ressources en eau souterraine en Chaudière-Appalaches, Québec, Canada.* Institut national de la recherche scientifique (INRS), Institut de recherche et développement en agroenvironnement (IRDA) et Regroupement des organismes de bassins versants de la Chaudière-Appalaches (OBV-CA), 246 p.
- Loi affirmant le caractère collectif des ressources en eau et visant à renforcer leur protection,* L.R.Q., c. 6.2
- Loi canadienne sur l’évaluation environnementale,* L.C. 2012, c. 19, art. 52
- Loi du développement durable,* L.R.Q., c. D-8.1.1
- Loi sur l’aménagement et l’urbanisme,* L.R.Q., c. A-19.1
- Loi sur l’eau saine,* L.O. 2006, c. 26
- Loi sur les pêches,* L.R.C. 1985, c. F-14
- Loi sur la qualité de l’environnement,* L.R.Q. c. Q-2
- Loi sur les ressources en eau du Canada,* L.R.C. 1985, c. C-11
- Loi sur les ressources en eau de l’Ontario,* L.R.O. 1990, c. O.40
- McPhie, S. et Post, R. (2014). Groundwater-Surface Drought Declaration Period Correlation Study. *In* Nottawasaga Valley Conservation Authority. *Ontario.*
<http://www.nvca.on.ca/Shared%20Documents/Groundwater-Surface%20Water%20Drought%20Declaration%20Period%20Correlation%20Study%202014.pdf>
 (Page consultée le 1^{er} juin 2015).
- Millenium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Island Press, Washington, DC. 137 p.
- Morin, A. (23 juillet 2015). Vidange obligatoire des fosses septiques à Lévis. *In* Le Soleil. *Actualités. Environnement.*
http://www.lapresse.ca/le-soleil/actualites/environnement/201507/22/01-4887487-vidange-obligatoire-des-fosses-septiques-a-levis.php?utm_categorieinterne=traffidriviers&utm_contenuinterne=cyberpresse_B9_actualites_747_section_POS1 (Page consultée le 23 juillet 2015).

- Municipalité de Val-des-Monts (2014). Communiqué. *In* Nouveau programme concernant la vidange des fosses septiques et des fosses de rétention des résidences isolées sur le territoire de la municipalité de val-des-monts. *Renseignements généraux. Installations septiques et puits*. <http://val-des-monts.net/upload/val-des-monts/editor/asset/Communiqu%C3%A9%20%20Vidanges%20des%20fosses%20%202014%20t%202015.pdf> (Page consultée le 13 août 2015).
- Nastev, M. (2005). Vulnérabilité de l'aquifère régional à la contamination. *In* Atlas du bassin versant de la rivière Châteauguay. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/atlas/chateauguay/vulnerabilite-aquifere.pdf> (Page consultée le 15 août 2015).
- Noisieux, J. (1^{er} novembre 2012). La pénurie d'eau potable inquiète à Lac-Brome. *In* Journal le Guide. *Portail régional. Actualité*. <http://www.journalleguide.com/Actualites/2012-11-01/article-3111780/La-penurie-deau-potable-inquiete-a-Lac-Brome/1> (Page consultée le 08 août 2015).
- Ontario. Ministère de l'Environnement et des Changements climatiques (2015a). Loi sur les ressources en eau de l'Ontario - L.R.O. 1990, Chapitre O.40.
- Ontario. Ministère de l'Environnement et des Changements climatiques (2015b). Protection des sources. *In* Découvrez l'importance de protéger les sources de notre eau potable. <http://www.ontario.ca/fr/environnement-et-energie/protection-des-sources> (Page consultée le 5 juillet 2015).
- Organisme de bassin versant de la Yamaska (2012). Les sources de pollution. <http://www.obv-yamaska.qc.ca/les-sources-de-pollution>. (Page consultée le 15 juillet 2015).
- Organisme de Coopération et de Développement Économiques (2007). Valeur économique totale. *In* Analyse coûts bénéfiques et environnement : Développements récents. *Éditions OCDE*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264010079-7-fr> (Page consultée le 15 août 2015).
- Ouellet, A. (2015). Discussion au sujet du pouvoir d'influence des organismes de bassin versant dans la gestion de l'eau souterraine. *Entrevue menée par Alexandre Blais-Montpetit avec Annie Ouellet, directrice générale du Conseil de bassin versant de la rivière Chaudière (COBARIC)*, 31 juillet 2015, Sherbrooke.
- Post, R. (2013). Percentile Groundwater Indicator Review. *In* Nottawasaga Valley Conservation Authority. *In* Indicator. *Percentile*. <http://www.nvca.on.ca/Shared%20Documents/Percentile%20Groundwater%20Indicator%20Lit%20Review%202013.pdf> (Page consultée le 10 juin 2015).
- Québec. Centre d'expertise hydrique (2013). Étiage. *In* Glossaire. <http://www.cehq.gouv.qc.ca/glossaire.htm> (Page consultée le 22 août 2015).
- Québec. Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (2015). Orientations gouvernementales. *In* Aménagement du territoire. *Présentation*. <http://www.mamrot.gouv.qc.ca/amenagement-du-territoire/orientations-gouvernementales/presentation/> (Page consultée le 05 septembre 2015).

- Québec. Ministère des Affaires municipales et des Régions (2006). Guide sur les principes d'indemnisation des producteurs agricoles relativement aux puits municipaux. http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/infrastructures/documentation/guide_puits_municipaux.pdf (Page consultée le 08 juillet 2015).
- Québec. Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation (2005). La rétribution des biens et services environnementaux en milieu agricole : éléments d'analyse pour le Québec. *In* Direction des politiques agroenvironnementales. <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/BSEenmilieuagricole.pdf> (Page consultée le 11 août 2015).
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (2010). *Guide d'interprétation technique du Règlement sur le captage des eaux souterraines (Q-2. R.1 .3)*. Direction des politiques de l'eau, Service de l'aménagement et des eaux souterraines, Québec, 144 p.
- Québec. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux changements climatiques (MDDELCC) (2015a). Réseau de suivi des eaux souterraines du Québec. *In* Eaux souterraines. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/piezo/index.htm> (Page consultée le 11 mai 2015).
- Québec. MDDELCC (2015b). Programmes d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines. *In* Eau. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/acquisition-connaissance.htm> (Page consultée le 10 mai 2015).
- Québec. MDDELCC (2015c). Règlement sur la qualité de l'eau potable - Le Règlement en bref. *In* Eau. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/parties-1-2-3.htm#1> (Page consultée le 1^{er} août 2015).
- Québec. MDDELCC (2015d). Guide technique - Prélèvement d'eau soumis à l'autorisation municipale. *In* Eaux souterraines. *RPEP*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/RPEP-inspecteurs-municipaux.pdf> (Page consultée le 22 août 2015).
- Québec. MDDELCC (2015e). *Couverture territoriale du Programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES)* [Document cartographique]. 1 :3 000 000, Direction générale des politiques de l'eau. Direction de l'aménagement et des eaux souterraines. Québec. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/programmes/Couverture-territoriale.pdf> (Page consultée le 10 mai 2015).
- Québec. MDDELCC (2015f). Formulaire de demande d'autorisation. *In* Eau. *Règlement sur le prélèvement des eaux et leur protection. Pour plus d'information. Demande d'autorisation en vertu de l'article 31.75 de la LQE*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/prelevements/reglement-prelevement-protection/index.htm> (Page consultée le 10 juin 2015).
- Québec. MDDELCC (2015g). Les principes. *In* Loi du développement durable. *Chapitre II, Article 6*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/developpement/principes.pdf> (Page consultée le 12 juin 2015).
- Québec. MDDELCC (2014). Une loi sur le développement durable. *In* Une loi fondamentale pour le Québec. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/developpement/resume-loi.pdf> (Page consultée le 06 juillet 2015).

- Québec. Ministère de l'Environnement (2002). Politique nationale de l'eau. In MDDELCC. *Eau. Politique. Politique intégrale*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/politique/politique-integral.pdf> (Page consultée le 8 mai 2015).
- Québec. Ministère de l'Environnement (2003). Le puits. In *Eau souterraine*. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/souterraines/puits/le_puits.pdf (Page consultée le 25 août 2015).
- Québec. Ministère de l'Environnement. (1981). *Étude hydrogéologique du bassin versant de la rivière Bécancourt*. Programme de connaissances intégrées. Direction générale des inventaires et la recherche, Québec, 74 p.
- Québec. Ministère de l'Environnement (1977). *Programme de connaissances intégrées – Description du programme*. Direction générale des eaux, Québec, Publication E.A-1, 29 p.
- Règlement sur la liste d'étude approfondie*, DORS, 94-638
- Règlement sur la qualité de l'eau potable*, RLRQ, c. Q-2, r. 40
- Règlement sur le captage des eaux souterraines*, RLRQ, c. Q-2, r. 6
- Règlement sur les exploitations agricoles*, RLRQ, c. Q-2, r. 26
- Règlement sur l'évacuation et le traitement des eaux usées*, RLRQ, c. Q-2, r. 22
- Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement*, RLRQ, c. Q-2, r. 23
- Règlement sur le prélèvement et la protection des eaux*, RLRQ, c. Q-2, r. 35.2
- Règlement sur la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau*, RLRQ, c. Q-2, r. 42.1
- Réseau québécois sur les eaux souterraines (RQES) (2012a). Glossaire. In Grand public. <http://rqes-gries.ca/fr/glossaire.html> (Page consultée le 14 août).
- RQES (2012b). L'indice DRASTIC. In Grand public. *Notion d'hydrogéologie. Vulnérabilité*. <http://rqes-gries.ca/fr/notions-dhydrogeologie/vulnerabilite/331-lindice-drastic.html> (Page consultée le 23 mai 2015).
- Rideau Valley Conservation Authority (2009). Ontario Low Water Response Groundwater Indicator Pilot Project Final Report. In Ontario. http://204.101.207.53/im/documents/water_quantity/RVC_Final_Report_Ontario_Low_Water_Response_Groundwater_Indicator_Project_Mar_2009.pdf (Page consultée le 23 août 2015).
- Rivard, C., Marion, J., Michaud, Y., Benhammane, S., Morin, A., Lefebvre R. et Rivera, A. (2003). *Étude de l'impact potentiel des changements climatiques sur les ressources en eau souterraine dans l'Est du Canada*. Commission géologique du Canada, dossier public 1577, 39 p.
- Rivera, A. (2014). *Canada's Groundwater Resources*. Markam (Ontario), Fitzhenry and Whiteside, 803 p.
- Scanlon, B.R., Healy, R.W. et Cook, P.G. (2002). Choosing Appropriate Techniques for Quantifying Groundwater Recharge. *Hydrogeology Journal*, n° 10, p. 18-39.

- Sinclair, K. M. (2001). *Environmental Water Requirements of Groundwater Dependent Ecosystems*. Environmental Flows Initiative Technical Report Number 2, Commonwealth of Australia, Canberra.
- Shmidt et Hahn (2011). What is groundwater and what does this mean to fauna? – An opinion. *Limnologia*, n° 42, p. 1-6.
- Staudenmaier, W.L. (2006). Arizona Groundwater Law. In The water Report. *Water Rights, Water Quality & Water Solution in the West*.
http://www.swlaw.com/assets/pdf/publications/2006/11/15/TheWaterReport_ArizonaGroundwaterLaw_StaudenmaierWEB.pdf (Page consultée le 1er juin 2015).
- Suisse. Office fédéral de l'environnement (2015). Les micro-organismes et la faune des eaux souterraines. Diversité dans le sous-sol. Swissprinters AG, Berne, *Environnement* n° 1, p. 49-51.
- Suisse. Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DFETEC) (2004). *Guide des outils d'évaluation de projets selon le développement durable*. Office fédéral du développement territorial (ARE), Berne, 98 p.
- Talbot Poulin, M.C., Comeau, G., Tremblay, Y., Therrien, R., Nadeau, M.M., Lemieux, J.M.; Molson, J., Fortier, R. Therrien, P., Lamarche, L., Donati-Daoust, F. et Bérubé, S. (2013). *Projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines du territoire de la Communauté métropolitaine de Québec, Rapport final*. Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, 172 pages.
- United Nations Multilingual Terminology Database (s. d.). Riparian zone. In Terminology and Reference Section.
<http://unterm.un.org/DGAACS/unterm.nsf/8fa942046ff7601c85256983007ca4d8/61c0adb9995fd33b8525734c0069e4da?OpenDocument> (Page consultée le 15 août 2015).
- Vrba, J., Lipponen, A. (2007). Groundwater Resources Sustainability Indicators. Groundwater Indicators Working Group, Unesco, IAEA, IAH, IPH-VI Series on Groundwater No. 14.
- Water Act*, RSBC 1996, c. 483

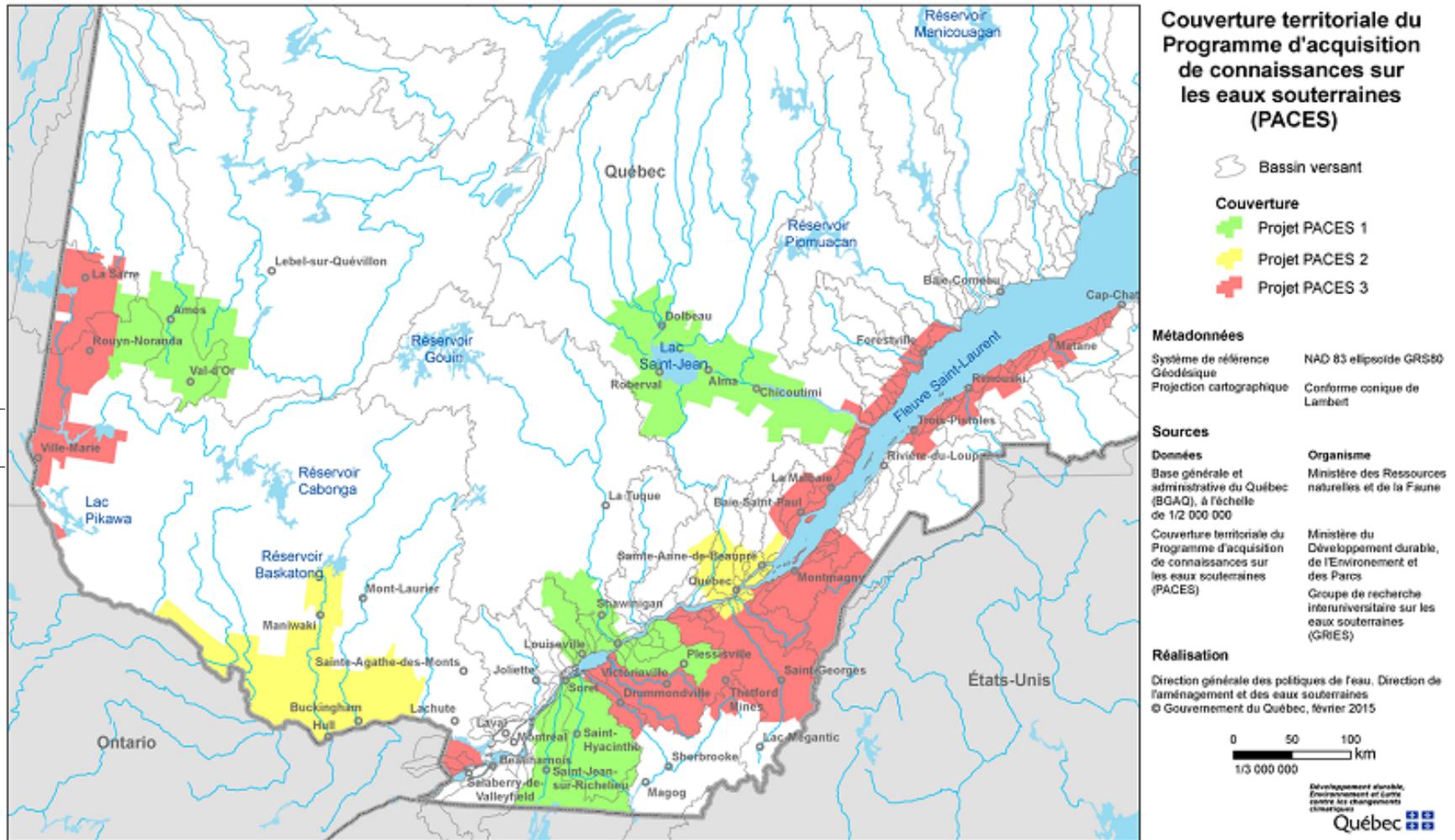
BIBLIOGRAPHIE

- Brown, J. *The 180*, Calgary, Canadian Broadcasting Communication, 19 juillet 2015, émission de radio (60 minutes).
- Choquette, C. et Létourneau, A (2008). *Vers une gouvernance de l'eau au Québec*, Éditions Multimondes, Québec, 355 p.
- Côté, F. (2006). La gestion de l'eau douce au Canada : IV. L'eau souterraine. In Division des sciences et des technologies. *Services d'information et de recherche parlementaires. Bibliothèque du parlement*. PRB05-54F. <http://www.parl.gc.ca/Content/LOP/researchpublications/prb0554-f.pdf> (Page consultée le 20 juillet 2015).
- Hutchinson, B. (2015). B.C. drought fuels fresh water wars. Bottled water plant gets lion's share of accusation of draining reserves. *Montreal Gazette*, 23 juillet 2015, p. A7.
- Lestage, F. (2014). Outils d'aménagement applicables à la protection des eaux souterraines. In 82^e *Congrès de l'ACFAS*, 13 mai 2014, Montréal. http://rques-gries.ca/upload/files/autresColloques/Acfas2014/Acfas2014_F.Lestage.pdf (Page consultée le 12 juin 2015).

ANNEXE 1 - HYPOTHÈSES DE CALCUL DE L'ÉVALUATION ÉCONOMIQUE

1 Fonction environnementale	L'aquifère représente une ressource d'approvisionnement en eau essentielle à la communauté. Les activités économiques qui en dépendent sont principalement l'irrigation pour l'agriculture, le pâturage et les besoins domestiques.
2 Impact environnemental	La préservation et la protection des zones de recharge d'un aquifère de 3 885 km ² permettent de soutenir la demande en eau de 12 391 habitants comprenant 6 876 résidences et 5 515 fermes. Le service écologique fourni est l'approvisionnement en eau.
3 Utilisations humaines affectées	Usages domestiques, agricoles et industriels.
4 Type d'utilisation	Valeur d'usage directe
5 Approche suggérée pour l'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> - Valeur basée sur le surplus du consommateur. - Méthode d'évaluation contingente. - Prix au volume
6 Indicateur de valeurs trouvées et année de référence	<p>La valeur monétaire est basée sur 1000 m³ d'eau souterraine. Deux indicateurs ont permis d'évaluer la valeur monétaire:</p> <p>1) indicateur de l'eau en terme d'efficacité économique comme étant la valeur la plus faible entre les gains économique pour l'utilisateur et son coût d'opportunité : estimé à 493,90\$ et 2) un indicateur de développement régional de la valeur de l'eau qui représente sa contribution à l'activité économique de la région à 4 343,40\$.</p> <p>Valeur en CAD, année de référence de 1990.</p>
7 Description de la méthode	<p>Valeur nette pour 1000 m³: 493,90\$ et 4 343,40\$ (CAD 1990)</p> <p>Valeur nette pour 1 m³ : 0,49\$ et 4,34\$</p>
8 Actualisation CAN\$ en 2014	<p>Valeur nette actualisée pour 1000 m³: 795,17\$ et 6 992,76\$</p> <p>Valeur nette actualisée pour 1 m³ : 0,80\$ et 7,00\$</p> <p>(IPC provenant de la Banque du Canada, 2015)</p>
Source	EVRI (2015)

ANNEXE 2 - COUVERTURE GÉOGRAPHIQUE DES PACES (Tiré de : Québec. MDDELCC, 2015e)



ANNEXE 3 - NIVEAUX DE DÉPENDANCES À L'EAU SOUTERRAINE PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ

Région PACES	Niveau de dépendance %	Répartition moyenne par secteur d'usage		
		Résidentielle %	ICI %	Agricole %
1. Abitibi (Cloutier et autres, 2013, p. 106)	70	29	69,6	1,4
2. Outaouais (Comeau et autres, 2013, p. 125)	20,4	71,6	22,8	5,6
3. Vaudreuil Soulange Larocque et autres, 2015a, p. 154)	54	56	33	11
4. Montérégie-Est (Carrier et autres, 2013, p. 174)	7,4	20 et 55 ⁷	n. d.	n. d.
5. Nicolet Bas-St François (Larocque et autres, 2015b, p. 187)	33	40	38	22
6. Mauricie (Leblanc et autres, 2013, p. 112)	55	n. d.	n. d.	n. d.
7. Bécancour (Larocque et autres, 2013, p. 177)	11	9,4	2,9	87,7
8. Chaudière Appalaches (Lefebvre et autres, 2015, p. 151)	41,5	38	30	32
9. CMQ (Talbot-Poulin et autres, 2013, p. 135)	21	87	13	n. d.
10. Saguenay LSJ (CERM-PACES, 2013, p. 205)	13,1	50,6	45,8	3,6
11. Charlevoix Côte Nord ⁸ (CERM-PACES, 2015, p. 241)	32	52	25	8
12. Nord Est Bas St-Laurent (Buffin-Bélanger et autres 2013, p. 137)	26	47	46	7
\bar{x}	32	45,51	32,61	19,8
\bar{x} arrondie		47	33	20

n. d. : donnée non disponible

⁷ 20 % pour toutes les municipalités et 55 % pour les municipalités de moins de 5000 personnes.

⁸ Une perte de 15 % n'apparaît pas dans ce tableau ni à la figure 2.2.

ANNEXE 4 - DÉPASSEMENTS DE CONCENTRATIONS MAXIMALES ACCEPTABLES DES NORMES DE POTABILITÉ PAR RÉGION ÉTUDIÉE

Région et leur échantillonnage	As %	Ba %	Cd %	F %	Mo %	NO ₂ - NO ₃ %	Pb %	Sb %	U %
1. Abitibi n = 309 (Cloutier et autres, 2013, p. 102)	4,5	0,3	0,3	0,3	-	-	-	-	0,8
2. Outaouais n = 139 (Comeau et autres, 2013, p. 106)	-	0,7	-	7,2	1,0	0,7	-	-	5,0
3. Vaudreuil Soulange n = 48 (Larocque et autres, 2015b, p. 159)	-	-	-	8,3	-	-	-	-	-
4. Montérégie-Est n = 237 (Carrier et autres, 2013, p. 181)	3,0	7,0	-	8,0	-	1,0	-	-	1,0
5. Nicolet Bas-St-François n = 201 (Larocque et autres, 2015a, p. 197)	6,5	8,0	-	1,0	-	0,5	1,0	-	0,5
6. Mauricie n = 223 (Leblanc et autres, 2013, p. 99)	-	2,2	-	4,0	-	0,4	0,4	-	-
7. Bécancour n = 119 (Larocque et autres, 2013, p. 187)	0,8	2,5	-	6,4	-	-	-	0,8	-
8. Chaudière Appalaches n = 387 (Lefebvre et autres, 2015, p. 162)	3,4	1,4	-	3,6	-	0,3	0,6	0,6	-
9. CMQ n = 140 (Talbot-Poulin et autres, 2013, p.115)	-	1,4	-	12,9	-	-	-	-	-
10. Saguenay LSJ n = 316 (CERM-PACES, 2013, p. 197)	-	0,3	-	16,5	-	-	-	-	-
11. *Charlevoix Côte-Nord n = 14 (CERM-PACES, 2015, p. 249-250)	-	-	-	78,6	-	-	-	-	35,7
12. NE Bas St-Laurent n = 164 (Buffin-Bélanger et autres, 2015, p. 139)	1,2	-	-	3,7	-	3,0	-	0,6	-

*Non illustré dans le diagramme de la figure A.3 en raison des écarts de valeurs trop élevés en F et U

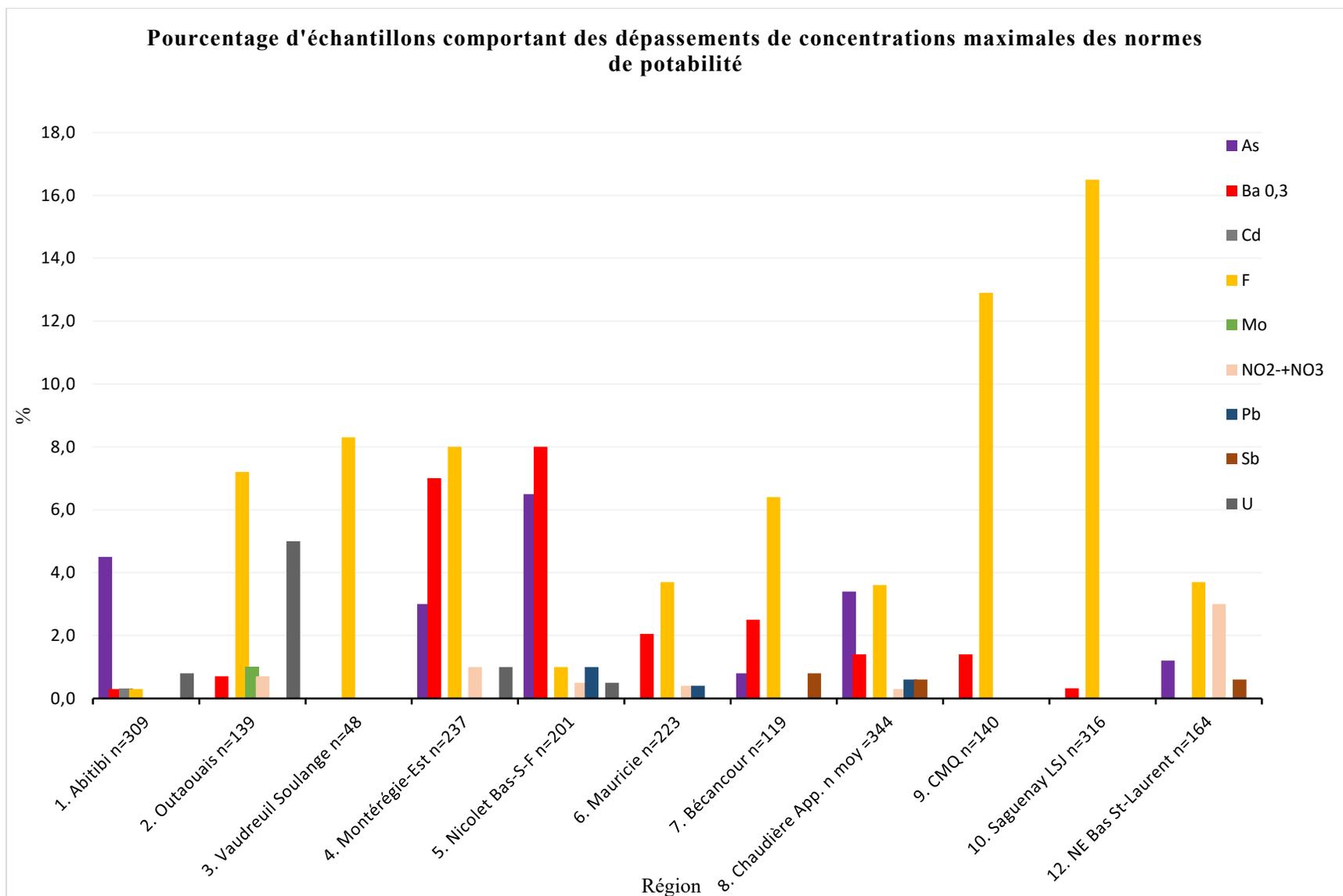
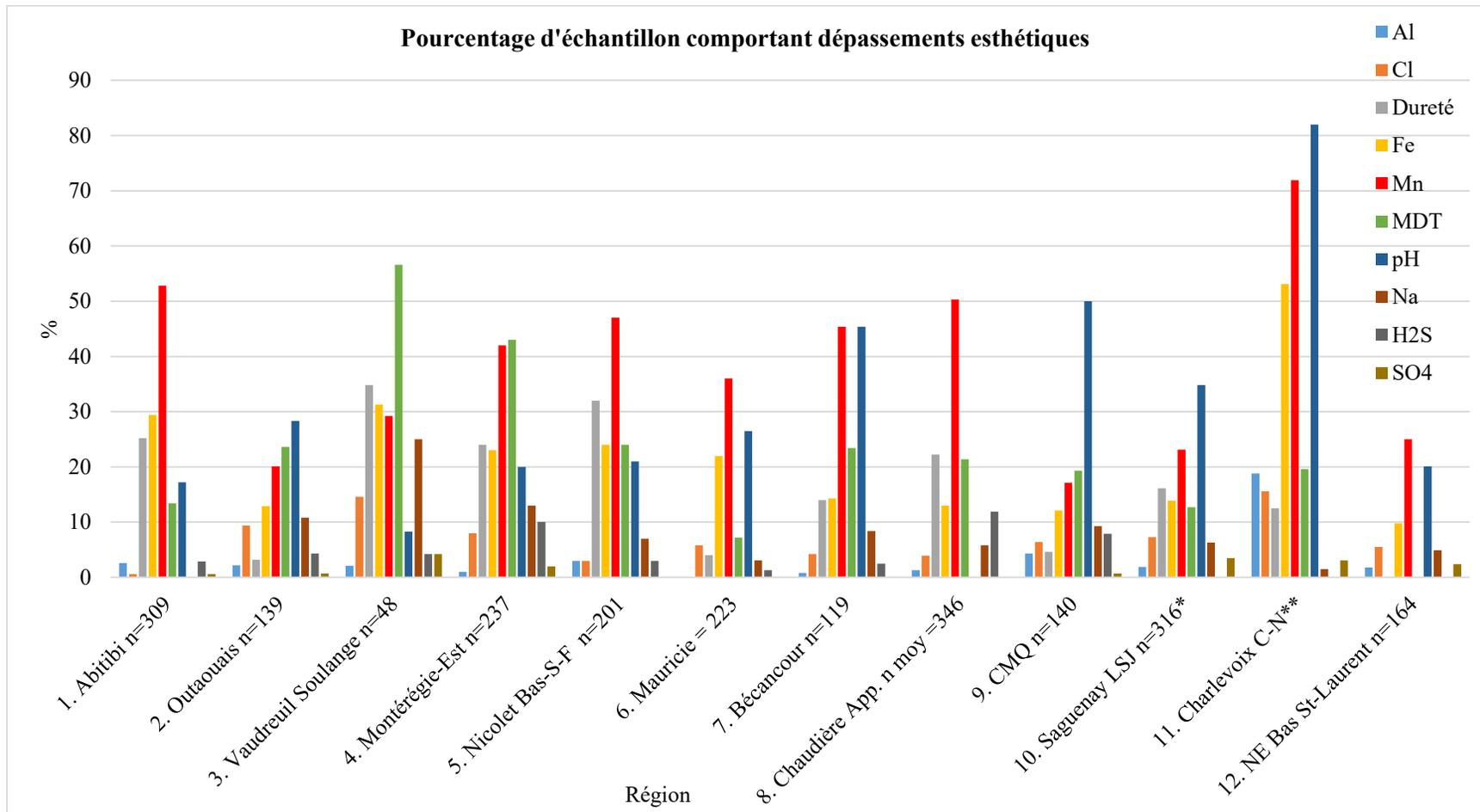


Figure A.4 Diagramme à barres présentant le pourcentage d'échantillon comportant des dépassements de CMA

ANNEXE 5 - DÉPASSEMENTS ESTHÉTIQUES PAR RÉGION ÉTUDIÉE

Région PACES	Al %	Cl %	Dureté %	Fe %	Mn %	MDT %	pH %	Na %	H ₂ S %	SO ₄ %
1. Abitibi n = 309 (Cloutier et autres, 2013, p. 102)	2,6	0,6	25,2	29,4	52,8	13,4	17	-	2,9	0,6
2. Outaouais n = 139 (Comeau et autres, 2013, p. 109)	2,2	9,4	3,2	12,9	20,1	23,6	28	10,8	4,3	0,7
3. Vaudreuil Soulange n = 48 (Larocque, 2015a, p. 164)	2,1	14,6	34,8	31,3	29,2	56,6	8,3	25	4,2	4,2
4. Montérégie-Est n = 237 (Carrier et autres, 2013, p. 180)	1	8	24	23	42	43	20	13	10	2
5. Nicolet Bas-Saint-François n = 201 (Larocque et autres, 2015b, p. 207)	3	3	32	24	47	24	21	7	3	-
6. Mauricie n = 223 (Leblanc et autres, 2013, p. 100)	-	5,8	4,0	22	36	7,2	26,5	3,1	1,3	-
7. Bécancour n = 119 (Larocque et autres, 2013, p. 188)	0,8	4,2	14	14,3	45,4	23,4	45	8,4	2,5	-
8. Chaudière Appalaches n moyen = 346 (Lefebvre et autres, 2015, p. 162)	1,3	3,9	22,2	13	50,3	21,4	-	5,8	11,9	-
9. CMQ n = 140 (Talbot-Poulin et autres, 2013, p. 116)	4,3	6,4	4,6	12,1	17,1	19,3	50	9,3	7,9	0,7
10. Saguenay LSJ n = 316 (CERM-PACES, 2013, p. 193-194)	1,9	7,3	16,1	13,9	23,1	12,7	35	6,3	-	3,5
11. Charlevoix C-N n = 32 et n = 56 (CERM-PACES, 2015, p. 253-255)	18,8	15,6	12,5	53,1	71,9	19,6	82	12,5	-	3,1
12. Nord-Est Bas St-Laurent n = 164 (Buffin-Bélanger et autres, 2015, p. 139)	1,8	5,5	-	9,8	25	-	20	4,9	-	2,4



*moyenne d'échantillons; **n = 56 pour pH et MDT et n = 32 pour Al, dureté, Mn, Cl, Na et SO₄

Figure A.5 Diagramme à barres présentant le pourcentage d'échantillon comportant des dépassements esthétiques par région

ANNEXE 6 - DÉFINITION DES SEIZE PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (Tiré de : Québec. MDDELCC, 2015g)

Principe	Définition
1. Santé et qualité de vie	Les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable. Les personnes ont droit à une vie saine et productive, en harmonie avec la nature.
2. Équité et solidarité sociales	Les actions de développement doivent être entreprises dans un souci d'équité intra et intergénérationnelle ainsi que d'éthique et de solidarité sociales.
3. Protection de l'environnement	Pour parvenir à un développement durable, la protection de l'environnement doit faire partie intégrante du processus de développement.
4. Efficacité économique	L'économie du Québec et de ses régions doit être performante, porteuse d'innovation et d'une prospérité économique favorable au progrès social et respectueuse de l'environnement.
5. Participation et engagement	La participation et l'engagement des citoyens et des groupes qui les représentent sont nécessaires pour définir une vision concertée du développement et assurer sa durabilité sur les plans environnemental, social et économique.
6. Accès au savoir	Les mesures favorisant l'éducation, l'accès à l'information et la recherche doivent être encouragées de manière à stimuler l'innovation ainsi qu'à améliorer la sensibilisation et la participation effective du public à la mise en œuvre du développement durable.
7. Subsidiarité	Les pouvoirs et les responsabilités doivent être délégués au niveau approprié d'autorité. Une répartition adéquate des lieux de décision doit être recherchée, en ayant le souci de les rapprocher le plus possible des citoyens et des communautés concernés.
8. Partenariat et coopération intergouvernementale	Les gouvernements doivent collaborer afin de rendre durable le développement sur les plans environnemental, social et économique. Les actions entreprises sur un territoire doivent prendre en considération leurs impacts à l'extérieur de celui-ci.
9. Prévention	En présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source.
10. Précaution	Lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.

DÉFINITION DES SEIZE PRINCIPES DU DÉVELOPPEMENT DURABLE (SUITE)

(Tiré de : Québec. MDDELCC, 2015g)

Principe	Définition
11. Protection du patrimoine culturel	Le patrimoine culturel, constitué de biens, de lieux, de paysages, de traditions et de savoirs, reflète l'identité d'une société. Il transmet les valeurs de celle-ci de génération en génération et sa conservation favorise le caractère durable du développement. Il importe d'assurer son identification, sa protection et sa mise en valeur, en tenant compte des composantes de rareté et de fragilité qui le caractérisent.
12. Préservation de la biodiversité	La diversité biologique rend des services inestimables et doit être conservée pour le bénéfice des générations actuelles et futures. Le maintien des espèces, des écosystèmes et des processus naturels qui entretiennent la vie est essentiel pour assurer la qualité de vie des citoyens.
13. Respect de la capacité de support des écosystèmes	Les activités humaines doivent être respectueuses de la capacité de support des écosystèmes et en assurer la pérennité.
14. Production et consommation responsables	Des changements doivent être apportés dans les modes de production et de consommation en vue de rendre ces dernières plus viables et plus responsables sur les plans social et environnemental, entre autres par l'adoption d'une approche d'écocoefficience, qui évite le gaspillage et qui optimise l'utilisation des ressources.
15. Pollueur payeur	Les personnes qui génèrent de la pollution ou dont les actions dégradent autrement l'environnement doivent assumer leur part des coûts des mesures de prévention, de réduction et de contrôle des atteintes à la qualité de l'environnement et de la lutte contre celles-ci.
16. Internalisation des coûts	La valeur des biens et des services doit refléter l'ensemble des coûts qu'ils occasionnent à la société durant tout leur cycle de vie, de leur conception jusqu'à leur consommation et leur disposition finale.

ANNEXE 7 - MATRICE JACQUES WHITFORD (Tiré de : Rideau Valley Conservation Authority, 2009, p. 9)

OLWR Level	Conditions for On-Set	Conditions for Recovery
"No Advisory"	30-day average remains above Trigger 1	30-day average remains above Trigger 1
Level I – the first indication of a potential water supply problem.	30-day average falls below Trigger 1	30-day average rises above Trigger 1 for three months in a row (and) Daily average rises above Trigger 2 for all of the days in the previous month
Level II – indicates a potentially serious problem.	30-day average falls below Trigger 1 for three months in a row (or) Daily average falls below Trigger 2 for at least one day in the previous month	30-day average rises above Trigger 1 (and) Daily average rises above Trigger 2 for all of the days in the previous month
Level III – indicates the failure of the water supply to meet the demand, resulting in progressively more severe and widespread socioeconomic effects.	30-day average falls below Trigger 2	30-day average rises above Trigger 2

ANNEXE 9 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#1. Protection et contribution des eaux souterraines aux écosystèmes aquatiques terrestres	<ul style="list-style-type: none"> - Respect de la capacité de support des écosystèmes - Préservation de la biodiversité 	#1. Contribution des eaux souterraines aux milieux humides et au débit de base des cours d'eau	<p>Présent et futur. Le ministre peut prescrire toute condition, restriction ou interdiction de renouvellement ou de délivrance d'une autorisation de prélèvement s'il l'estime nécessaire pour assurer la protection accrue de l'environnement, notamment des écosystèmes aquatiques ou des milieux humides.</p>	art. 31.79, al. 1 et 2 LQE	3
			<p>Présent et futur. Le ministre peut ordonner la cessation ou la limitation pour une période d'au plus 30 jours lorsqu'un prélèvement présente un risque sérieux pour les écosystèmes aquatiques en raison d'informations scientifiques nouvelles ou complémentaires venues disponibles après cette autorisation. Dans le cas d'un prélèvement autorisé par le ministre, l'ordonnance peut également viser à modifier les conditions de façon permanente ou la faire cesser définitivement.</p>	art.31.85, al. 1 et 2 LQE	
			<p>Présent. Lors d'une caractérisation initiale d'un site de forage destiné à exploiter du pétrole, gaz naturel, saumure ou réservoir souterrain, le demandeur doit fournir des renseignements sur la dynamique des eaux, notamment au regard de la direction d'écoulement des eaux souterraines et leurs liens avec les eaux de surface.</p>	art. 38, al. 1, par. 7, RPEP	
#3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible		#3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible	<p>Présent et futur. Le ministre doit concilier les besoins des écosystèmes aquatiques avec ceux de la population et des ICI, à des fins de protection.</p>	art. 31.76, par 1 LQE	3
			<p>Présent et futur. Caractériser les milieux naturels d'un site et évaluer les mesures d'atténuation des impacts envisagés par un projet de prélèvement.</p>	art. 7, al. 1, par. 9 et 10 RPEP	
			<p>Présent. Fournir les mesures piézométriques du projet de prélèvement lors d'une demande de renouvellement.</p>	art. 10, al. 1, par 2, RPEP	

CADRE SUR LA QUANTITÉ D’EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent. Lors d’une caractérisation initiale, fournir des renseignements sur les conditions de confinement et de recharge des aquifères dans le cadre d’une caractérisation d’un site de forage destiné à exploiter du pétrole, gaz naturel, saumure ou réservoir souterrain.</p>	<p>art. 38, al. 1, par 6, RPEP</p>	

ANNEXE 10 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES SOCIAUX

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#2. Approvisionnement en eau à perpétuité	Santé et qualité de vie	#2. Épuisement de la nappe dans le passé et difficulté d'approvisionnement pour le futur	<p>Présent et futur. Toute décision du ministre relative à une autorisation de prélèvement vise à satisfaire en priorité l'alimentation en eau potable de la population.</p> <p>Présent. Fournir des renseignements sur les conditions de confinement et de recharge des aquifères pour des sites de forages destinés à l'exploitation de pétrole, gaz naturel, saumure ou réservoir souterrain.</p> <p>Présent et futur. Une demande d'autorisation de prélèvement d'eau doit contenir le volume d'eau maximal prélevé et consommé par jour.</p> <p>Passé, présent et futur. Pour une demande de renouvellement d'un prélèvement, mettre à jour les informations relatives à la demande initiale.</p>	<p>art. 31.76, al. 2, LQE</p> <p>art. 38, par 6, RPEP</p> <p>art. 7, par.5, al. 1, RPEP</p> <p>art. 10, par.1, al. 1, RPEP</p>	2
#3. Conflits d'usages	<ul style="list-style-type: none"> - Production et consommation responsable - Équité et solidarité 	#4. Disponibilité actuelle et besoins futurs en eau par habitant (m ³ / année)	<p>Présent et futur. Le ministre tient compte dans sa décision des droits d'utilisation des autres personnes ou municipalités, à court, moyen et long terme.</p> <p>Présent et futur. Le ministre tient compte dans sa décision de la disponibilité des ressources en eau afin de satisfaire ou concilier les besoins actuels et futurs des différents usages de l'eau.</p> <p>Futur. Décrire le scénario de prélèvement d'eau projeté pour le prélèvement total d'un site, les volumes qui y seront prélevés, consommés et rejetés, et que les installations sont adéquates pour les usages déclarés.</p>	<p>art. 31.77, par 1, LQE</p> <p>art. 31.77, par 2, LQE</p> <p>art. 7, par 10 (a) à (c), RPEP</p>	3

CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES SOCIAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
		#3. Quantité d'eau souterraine totale prélevée en fonction de la recharge annuelle disponible	<p>Présent. L'évaluation de la quantité d'eau journalière d'une installation par forage doit être effectuée par celui qui a procédé à son aménagement. Elle doit répondre aux besoins en eau durant les périodes de la journée les plus importantes.</p> <p>Présent. Décrire le prélèvement d'eau envisagé, notamment l'usage ciblé, le volume d'eau maximal prélevé et consommé par jour, le nombre de personnes desservies pour des fins de consommation humaine.</p>	<p>art. 23, par.2, al. 1, RPEP</p> <p>art. 7, par 5, RPEP</p>	
#4. Suivis du niveau des nappes	Production et consommation responsables	#7. Suivi piézométrique des nappes au présent (cm ou par percentile)	<p>Futur. Planifier un suivi d'exploitation lors d'une demande d'autorisation de prélèvement.</p> <p>Présent. Un rapport de forage doit indiquer le niveau d'eau à la fin des travaux, la durée de l'essai de débit, le débit de l'installation et la méthode de pompage.</p>	<p>art. 7, par 6 (e), RPEP</p> <p>art. 2, par. 17 (b), (c), (d), Annexe I du RPEP</p>	2

ANNEXE 11 - CADRE SUR LA QUANTITÉ D'EAU - CRITÈRES ÉCONOMIQUES

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#5. Connaissance des niveaux de dépendance aux eaux souterraines	- Efficacité économique - Production et consommation responsable	#5. Niveaux de dépendance actuels des secteurs agricoles, ICI et résidentiel	Présent et futur. Toute décision du ministre vise à concilier les besoins de l'agriculture, de l'aquaculture, de l'industrie, de la production d'énergie et des autres activités humaines, dont celles liées aux loisirs et aux tourisms. Présent et futur. Le ministre tient compte dans sa décision des conséquences d'une autorisation de prélèvement sur le développement économique d'une région ou d'une municipalité.	art. 31.76, par 2, LQE art. 31.77, al. 1, par 4	2
#6. Valeur monétaire d'un aquifère	- Internalisation des coûts de développement	#6. Valeur économique totale de l'eau souterraine d'un aquifère	Aucune action n'est prévue par le régime. Il existe néanmoins une analyse d'impact économique de l'application du RPEP.		1

ANNEXE 12 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#7. Vulnérabilité des aquifères	<ul style="list-style-type: none"> - Protection de l'environnement - Préservation de la biodiversité - Prévention 	#9. Indice DRASTIC de vulnérabilité régionale	Présent. Un calcul de l'indice DRASTIC est exigé pour les prélèvements de catégorie 1. Pour les catégories 2 et 3, la vulnérabilité est réputée élevée à moins qu'un professionnel ne l'évalue autrement.	art. 53, al. 1 et 2, RPEP	4
		#11. Proportion d'aires de recharge situées dans des zones de vulnérabilité (%)	<p>Présent. Une demande d'autorisation de prélèvement d'eau souterraine doit comporter une description du milieu environnant, notamment en ce qui concerne les affectations du territoire applicables et les usages existants à proximité.</p> <p>Futur. Une étude hydrogéologique doit fournir les renseignements sur les conditions de vulnérabilité des aquifères par rapport aux activités projetées en surface d'un site de forage destiné à rechercher ou exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain.</p>	art. 7, al. 1, par 8 RPEP art. 38, par.6 al. 1, RPEP	
#8. Aires de protection des sites de prélèvement	<ul style="list-style-type: none"> - Protection de l'environnement - Prévention 	#10. Superficie totale des aires de protection	<p>Présent et futur. Des aires de protection accordées à différentes catégories de prélèvement d'eau prévues à l'art. 51 du RPEP et destinés à des fins de consommation humaine et de transformation alimentaire visent à évaluer la vulnérabilité des eaux exploitées et encadrer de certaines activités pouvant affecter la qualité de ces eaux.</p> <p>Présent et futur. Les limites d'une aire de protection immédiate sont fixées à 30 mètres d'un site de prélèvement de catégorie 1 et 2, à moins qu'un professionnel le détermine autrement. Toute activité présentant un risque de contamination de l'eau est interdite dans des aires de protections immédiates.</p>	art. 50, RPEP art. 54, par a), al. 1, et art. 56, RPEP	

CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent et futur. Les distances d'une aire de protection intermédiaire d'un prélèvement de catégorie 1 sont déterminées par un professionnel. Elles seront déterminées en fonction d'une protection bactériologique et/ou virologique selon le temps de migration de l'eau souterraine.</p>	<p>art. 57, al. 1, par. 1 (a) et (b), RPEP</p>	
			<p>Présent et futur. Les distances d'une aire de protection intermédiaire d'un prélèvement de catégorie 2 sont de 100 mètres du site pour une protection bactériologique et de 200 mètres du site pour une protection virologique.</p>	<p>art. 57, al. 1 par. 2 (a) et (b), RPEP</p>	
			<p>Présent et futur. Les distances d'une aire de protection intermédiaire d'un prélèvement de catégorie 3 sont de 30 mètres d'un site pour une protection bactériologique et de 100 mètres pour une protection virologiques.</p>	<p>art. 57, al. 1, par. 3 (a) (b), RPEP</p>	
			<p>Présent et futur. La délimitation d'une aire de protection éloignée d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 est déterminée par un professionnel en fonction de la superficie du terrain au sein duquel les eaux souterraines vont éventuellement être captées par le prélèvement d'eau. La distance de l'aire de protection pour une catégorie de prélèvement d'eau de catégorie 2 est de 2km en amont hydraulique du site.</p>	<p>art. 65, RPEP</p>	

CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#9. Mesures préventives pour réduire les risques de contamination	- Prévention - Précaution - Santé et qualité de vie	#12. Mesures de prévention en vigueur pour réduire les risques de contamination	<p>Présent et futur. Le principe de précaution fait partie d'une des mesures de gestion durable que doit considérer le ministre pour assurer la protection des ressources en eau souterraine.</p> <p>Présent. Le RPEP exige que toute installation de prélèvement d'eau souterraine doit être située à une distance de 15 mètres ou plus d'un système étanche de traitement des eaux; à 30 mètres ou plus d'un système non étanche de traitement des eaux usées ou, si l'installation est scellée, à une distance de plus de 15 mètres; à une distance de 30 mètres ou plus d'une aire de compostage, d'une cour d'exercice, d'une installation d'élevage, d'un ouvrage de stockage de déjection animale, d'une parcelle, d'un pâturage et d'un cimetière.</p> <p>Présent et futur. Le responsable d'un puits pour un programme de fracturation doit aviser le ministre sans délai lorsque, durant les opérations, il y a une atteinte à l'intégrité du puits, un déversement accidentel sur le site de forage ou tout autre incident pour lequel des paramètres ont été déterminés à l'art. 43, al. 1, par. 7 RPEP.</p> <p>Présent et futur. À moins que le RPEP ne le spécifie autrement, il est interdit d'épandre ou de stocker des boues provenant d'ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées ou d'accumulation d'eaux usées sanitaires dans les aires de protections intermédiaires virologiques.</p> <p>Présent et futur. Afin d'assurer l'intégrité des aires de protection intermédiaire d'un site de prélèvement, le RPEP cible plusieurs interdictions d'activités reliées à des aménagements d'ouvrages et d'utilisations de matières susceptibles de contaminer l'eau souterraine.</p>	<p>art 31.76, al. 1 LQE</p> <p>art. 17, al. 1, par 1 à 3, RPEP</p> <p>art. 45, al. 1, par. 1, 3 et 4, RPEP</p> <p>art. 58, RPEP</p> <p>art. 59 à 64, RPEP</p>	3

CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ENVIRONNEMENTAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent et futur. Il est interdit d'aménager un site de forage ainsi que l'exécution d'un sondage stratigraphique dans l'aire de protection éloignée d'un prélèvement d'eau des catégories 1 ou 2.</p>	art. 66, RPEP	
			<p>Futur. Lors d'une demande d'autorisation, un professionnel doit décrire les modifications anticipées à la qualité de l'eau et de son rejet dans le milieu, notamment au niveau des substances ajoutées à l'eau à cet égard.</p>	art. 7, par 10 (d), RPEP	
			<p>Futur. Une étude hydrogéologique doit fournir une étude des impacts d'une contamination des eaux souterraines sur les prélèvements d'eau effectués à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire de même que sur les écosystèmes aquatiques associés à un cours d'eau.</p>	art. 37, al. 1, par 8 (a) et (b)	
			<p>Présent et futur. Un sondage stratigraphique doit être planifié et réalisé, sous la supervision d'un professionnel, de manière à prévenir la migration de fluides vers un aquifère exploité ou susceptible de l'être.</p>	art. 34, RPEP	
			<p>Présent et futur. Utiliser des matériaux non susceptibles de dégrader la qualité de l'eau souterraine lorsqu'une installation de prélèvement est obturée. Cela s'applique aussi pour un puits d'observation.</p>	art. 20, al. 1, par. 1, RPEP	
			<p>Présent et futur. De l'eau prélevée pour un système de géothermie doit être retournée dans l'aquifère d'origine sans avoir entré en contact avec des substances susceptibles d'en modifier sa qualité.</p>	art. 28. al. 1, par. 2, RPEP	

ANNEXE 13 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES SOCIAUX

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#10. Surveillance de la contamination de l'eau pour des fins de consommation	<ul style="list-style-type: none"> - Santé et qualité de vie - Protection de l'environnement - Prévention 	#8. Indice de potabilité selon les normes provinciales et fédérales (% de dépassement)	<p>Présent. Une caractérisation initiale de la qualité de l'eau d'un prélèvement à des fins de consommation humaine ou de transformation alimentaire doit être effectuée et signée par un professionnel.</p> <p>Présent. Une étude hydrogéologique provenant de la caractérisation initiale du site de forage pour exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain doit fournir les résultats d'analyse des échantillons prélevés aux sites de prélèvement d'eau et aux puits d'observation.</p> <p>Présent. Lorsque le responsable d'un site de prélèvement reçoit un avis qu'au moins deux échantillons d'eau ont contenu plus de 5mg/l de nitrates + nitrates sur une période de deux ans, il doit transmettre au ministre, dans les 30 jours suivants la réception de l'avis, la liste des propriétés incluses en partie ou en totalité sur l'aire de protection intermédiaire.</p> <p>Présent et futur. Une activité de fracturation hydraulique effectuée à partir d'une installation doit utiliser de l'eau répondant aux normes de qualité d'eau potable en vertu du Q-2. r.40. Cela s'applique aussi à un puits d'observation.</p> <p>Présent et futur. Les matériaux utilisés pour une installation de prélèvement doivent être nettoyés et désinfectés avant sa mise en opération, de même que tout équipement accessoire installé plus de deux jours après le nettoyage et la désinfection d'une installation.</p>	<p>art. 7, al.1, par. 12 (a), RPEP</p> <p>art. 38, al. 1, par. 4, RPEP</p> <p>art. 67 RPEP</p> <p>art. 18, al. 1, par. 4, RPEP</p> <p>art.22, al. 2, RPEP</p>	4

CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES SOCIAUX (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent. La caractérisation initiale d'un site de forage pour exploiter du pétrole, du gaz naturel, de la saumure ou un réservoir souterrain doit comprendre une analyse d'échantillons d'eau prélevés aux sites de prélèvement d'eau et aux puits d'observation. L'analyse doit être réalisée en fonction de l'annexe II du RPEP.</p>	art. 37, al. 3, par. 2 et 3, et Annexe II du RPEP	
		#14. Suivi sur la qualité de l'eau des nappes	<p>Présent et futur. Le responsable d'un site de forage doit prélever aux fréquences prévues à l'annexe du RPEP, des échantillons d'eau dans les puits d'observation visés à l'article 39 du RPEP et les analyser. Un suivi doit également être effectué durant la période de fermeture temporaire du site et durant les 10 années suivant sa fermeture définitive.</p>	art. 47, al. 1 et 2, RPEP et Annexe III, RPEP	
			<p>Présent. Le responsable d'un site de forage doit obtenir d'un professionnel son avis sur l'état de la qualité des eaux souterraines du site pour déterminer leur contamination ou non ou pour évaluer la dégradation de leur qualité. Advenant le cas d'une contamination, le responsable doit sans délai en aviser le ministre et lui transmettre une déclaration des mesures qu'il entend prendre pour déterminer la cause du problème et remédier à la situation.</p>	art. 48, al. 1 et 3, RPEP	

ANNEXE 14 - CADRE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU - CRITÈRES ÉCONOMIQUES

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#11. Vulnérabilité économique chez les agriculteurs	- Efficacité économique	#13. Pertes de revenus causées par la présence d'une zone de protection en territoire agricole	Présent et futur. Inclure dans une demande d'autorisation de prélèvement les renseignements d'une évaluation d'impact économique pour les activités effectuées dans les aires de protection d'un site de prélèvement en regard des contraintes prévues par le RPEP lorsque des activités agricoles sont affectées. Les moyens que le demandeur a pris ou entend prendre pour minimiser les impacts sur les exploitants concernés, telle la signature d'une entente d'aide financière.	art. 7, al. 1, par. 12 (b), RPEP	2

ANNEXE 15 - CADRE DES CRITÈRES SUR LA GOUVERNANCE

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
#12. Gestion intégrée avec les parties prenantes	- Subsidiarité - Participation et engagement	#15. Reconnaissance de l'implication des parties prenantes (oui ou non)	<p>Présent. Le ministre doit prendre en considération les observations que le public lui a communiqué relativement à un prélèvement d'eau</p> <p>Présent et futur. Toute personne a le droit de participer à l'élaboration des décisions entreprises par les autorités qui ont une incidence sur ces ressources.</p> <p>Présent. Obtenir un certificat d'une MRC ou municipalité locale qui atteste la conformité du prélèvement avec la réglementation municipale applicable.</p> <p>Présent et futur. Les municipalités sont chargées de l'application des dispositions du Chapitre III Installation de prélèvement d'eau, Chapitre IV Système de géothermie ainsi que des articles 78 et 79 du RPEP, pourvu que les activités aient lieu sur le territoire qui relève de son champ de compétence.</p>	<p>art. 31.77, al. 2, LQE</p> <p>art. 7, C-62</p> <p>art. 11, RPEP</p> <p>art. 105 RPEP</p>	4
#13. Accès à l'information	- Accès au savoir - Subsidiarité	#16. Transparence (Nombre de documents disponibles)	<p>Présent et futur. Toute personne a droit d'avoir accès aux informations relatives aux ressources en eau détenues par les autorités publiques.</p> <p>Présent. Tous les renseignements fournis dans une demande d'autorisation de prélèvement d'eau ont un caractère public, à l'exception de l'art 10, al 1 RPEP dans un projet de prélèvement d'une consommation moyenne de 19 millions de litres et plus.</p> <p>Présent. Les renseignements apparaissant dans le rapport prévu à l'annexe I du RPEP ont un caractère public.</p> <p>Présent. Les renseignements consignés dans toute étude ou expertise supplémentaire exigée par le ministre ont un caractère public.</p>	<p>art. 7, C-62</p> <p>art. 7, par 12, al. 3, RPEP</p> <p>art. 21, al. 3, RPEP</p> <p>Art. 8, RPEP</p>	5

CADRE DES CRITÈRES SUR LA GOUVERNANCE (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent. Les renseignements apparaissant dans une demande de renouvellement d'une autorisation de prélèvement ont un caractère public.</p> <p>Présent. Les renseignements provenant de la délimitation des aires de protection de tout prélèvement d'eau sont des renseignements à caractère public. Le responsable d'un prélèvement doit les rendre accessibles, sur demande.</p> <p>Présent. Les renseignements contenus dans un rapport signé par un professionnel pour les prélèvements de catégorie 1 ont un caractère public. Le rapport doit être transmis dans les MRC et aux municipalités dont le territoire recoupe une aire de protection. Les renseignements doivent être transmis aux OBV dont le territoire recoupe celui des aires de protection du prélèvement</p> <p>Présent et futur. La localisation d'une aire de protection immédiate d'un prélèvement de catégorie 1 et 2 doit être signalée par un panneau indicateur.</p> <p>Présent. Le responsable d'un prélèvement d'eau de catégorie 1 ou 2 doit transmettre un avis écrit au domicile de chacune des propriétés incluses dans les aires de protection intermédiaire de la présence du site de prélèvement dans leur voisinage.</p>	<p>art. 10, al. 3, RPEP</p> <p>art. 52, RPEP</p> <p>art. 68, al. 1, par 1 à 3 RPEP</p> <p>art. 55, RPEP</p> <p>art. 57, al. 2, RPEP</p>	
#14. Gestion adaptative	- Participation et engagement	#17. Évaluation régulière des dispositions réglementaires (nombre d'années / cycle de révision)	<p>Futur. Les normes du RPEP sur les prélèvements d'eau à des fins de consommation humaine et de transformation alimentaire sont évaluées trois ans après son entrée en vigueur et par la suite tous les cinq ans.</p> <p>Futur. Évolution des connaissances scientifiques et techniques applicables en cette matière.</p>	<p>art. 106 RPEP</p> <p>art. 106 RPEP</p>	4

CADRE DES CRITÈRES SUR LA GOUVERNANCE (SUITE)

1. Critère	2. Principe DD	3. Indicateur	4. Action prévue et échelle temporelle	5. Référence	6. Note
			<p>Présent et futur. Le ministre peut ordonner la cessation ou la limitation pour une période d'au plus 30 jours lorsqu'un prélèvement présente un risque sérieux pour les écosystèmes aquatiques en raison d'informations scientifiques nouvelles ou complémentaires venues disponibles après cette autorisation. Dans le cas d'un prélèvement autorisé par le ministre, l'ordonnance peut également viser à modifier les conditions de façon permanente ou la faire cesser définitivement.</p>	<p>art.31.85, al. 1 et 2 LQE</p>	