

**PROBLÉMATIQUE DE L'APPROVISIONNEMENT ET
DE L'UTILISATION DE L'EAU POTABLE DANS
LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC**

TOME I

RAPPORT FINAL

Présenté au Comité de transition de la nouvelle Ville de Québec

Par
Jean-Pierre Villeneuve
Alain Mailhot
Esther Salvano

 **INRS-Eau, Terre et Environnement**

Sainte-Foy
Le 14 janvier 2002

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	I
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES FIGURES.....	V
1. INTRODUCTION.....	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	3
2.1 ÉLABORATION D'UNE GRILLE D'ANALYSE ET DE CUEILLETTE DES DONNÉES	3
2.2 RENCONTRES AVEC LES GESTIONNAIRES DE RÉSEAU	4
2.3 PORTRAIT DE LA SITUATION DE L'EAU POTABLE	4
2.4 CONSTATS, ENJEUX ET MANDATS	6
2.5 SYNTHÈSE ET RECOMMANDATION	6
3. PORTRAIT DE L'EAU POTABLE DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC.....	7
3.1 L'APPROVISIONNEMENT ET LA DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC	8
3.1.1 <i>Données sur les volumes distribués</i>	19
3.1.2 <i>Débit journalier de pointe et facteur journalier de pointe</i>	20
3.1.3 <i>Potentiel de croissance de la demande et potentiel d'extension des réseaux</i>	23
3.1.4 <i>Compteurs d'eau</i>	26
3.1.5 <i>Bilan de la consommation d'eau</i>	28
3.1.5.1 Estimation des volumes ICI	29
3.1.5.2 Estimation des volumes pour les usages municipaux.....	34
3.1.5.3 Relation entre volumes résidentiels et volumes perdus par les fuites	35
3.1.5.4 Estimation des débits résidentiels et des fuites à partir des débits de nuit et des débits moyens journaliers	38
3.2 LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE	47
3.2.1 <i>Bassin versant de la rivière Montmorency</i>	49
3.2.2 <i>Bassin versant de la rivière Saint-Charles</i>	52
3.2.3 <i>Bassin versant de la rivière Jacques-Cartier</i>	55
3.2.4 <i>Fleuve Saint-Laurent</i>	58
3.2.5 <i>Eaux souterraines</i>	59

3.3	INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION	60
3.3.1	<i>Usine de Québec.....</i>	61
3.3.2	<i>Usine de Sainte-Foy.....</i>	61
3.3.2.1	<i>Prise d'eau de l'usine de Sainte-Foy</i>	62
3.3.3	<i>Usine de Beauport</i>	63
3.4	INFRASTRUCTURES DE DISTRIBUTION	64
3.4.1	<i>Caractéristiques des réseaux et taux de bris</i>	64
3.4.2	<i>Volumes d'eaux perdus par les fuites en réseau</i>	66
3.4.3	<i>Programme de détection de fuite.....</i>	66
3.4.4	<i>Programmes de remplacement.....</i>	67
3.5	CONTRÔLE DE LA QUALITÉ EN RÉSEAU	68
3.5.1	<i>Programmes d'échantillonnage et respect des nouvelles normes</i>	68
3.5.2	<i>Québec.....</i>	68
3.5.3	<i>Sainte-Foy</i>	70
3.5.4	<i>Beauport.....</i>	70
3.5.5	<i>Charlesbourg.....</i>	70
3.5.6	<i>Autres municipalités (sauf Val-Bélair).....</i>	71
3.6	PROTECTION INCENDIE.....	71
3.7	PROBLÉMATIQUES DES MUNICIPALITÉS	71
4.	CONSTATS ET ENJEUX	79
4.1	SOURCES D'APPROVISIONNEMENT.....	79
4.2	PRODUCTION – TRAITEMENT	83
4.3	CONSOMMATION	87
4.4	DISTRIBUTION	90
5.	PISTES DE SOLUTION ET MANDATS TECHNIQUES	95
5.1	DESCRIPTION DES MANDATS.....	95
5.2	FAITS SAILLANTS ET CONCLUSION DES MANDATS	98
6.	SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS.....	103
6.1	ALIMENTATION ET DISTRIBUTION DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC.....	103
6.2	GESTION OPTIMALE DES RÉSEAUX, RATIONALISATION DE LA DEMANDE ET MAINTIEN D'UN TAUX MINIMAL DE PERTE EN RÉSEAU	109
7.	CONCLUSION.....	113
8.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	115

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1	Grille questionnaire utilisée lors des rencontres avec les gestionnaires	5
Tableau 3.1	Répartition entre les municipalités des volumes produits à l'usine de Québec	10
Tableau 3.2	Répartition entre les municipalités des volumes produits à l'usine de Sainte-Foy	11
Tableau 3.3	Répartition des volumes distribués selon les secteurs et les sources d'approvisionnement à Charlesbourg	12
Tableau 3.4	Caractéristiques d'approvisionnement des municipalités	20
Tableau 3.5	Débits maximaux journaliers et facteur de pointe	21
Tableau 3.6	Projection des populations des municipalités selon l'étude de la CUQ (Piette et al., 1993)	24
Tableau 3.7	Potentiel d'expansion des réseaux d'approvisionnement en eau potable	25
Tableau 3.8	Volumes consommés par le secteur ICI dans chaque municipalité	34
Tableau 3.9	Pourcentages de fuites calculés selon les paramètres de Réseau environnement (2000)	37
Tableau 3.10	Débits de nuit des différentes municipalités	38
Tableau 3.11	Estimation des débits résidentiels et de fuites (équations 3.5)	40
Tableau 3.12	Fourchette de valeurs de volumes perdus par les fuites	45
Tableau 3.13	Principales caractéristiques des bassins versants	48
Tableau 3.14	Volumes d'eau prélevés dans le bassin versant pour l'alimentation en eau potable (tiré de CAGEB, 2001)	51

Tableau 3.15	Caractéristiques hydrologiques du bassin versant de la rivière Saint-Charles (Hébert, 1995).....	54
Tableau 3.16	Volumes prélevés au fleuve Saint-Laurent par les villes de la rive sud de Québec	58
Tableau 3.17	Caractéristiques des usines de traitement de l'eau potable	61
Tableau 3.18	Caractéristiques des réseaux et nombre de bris au 100 km	65
Tableau 3.19	Programmes de détection de fuite en vigueur dans les différentes municipalités	67
Tableau 3.20	Programmes d'échantillonnage de la qualité de l'eau	69
Tableau 3.21	Données relatives à la protection incendie.....	72

LISTE DES FIGURES

Figure 3.1	Schéma d'approvisionnement en eau potable.....	8
Figure 3.2	Répartition géographique des secteurs d'approvisionnement	9
Figure 3.3	Alimentation en eau potable des villes de Beauport et Charlesbourg	12
Figure 3.4	Volumes annuels distribués par l'Aqueduc régional.....	15
Figure 3.5	Volumes annuels distribués par l'Aqueduc commun.....	15
Figure 3.6	Répartition des volumes annuels prélevés selon les sources d'approvisionnement	21
Figure 3.7	Facteurs de pointe des différentes municipalités	22
Figure 3.8	Relation entre le volume de fuite en fonction de la consommation résidentielle pour les différentes municipalités	36
Figure 3.9	Localisation des principaux bassins versants de la région de Québec (MENV, 2001b)	47
Figure 3.10	Répartition des volumes prélevés annuellement (2000) selon les sources d'approvisionnement.....	49
Figure 3.11	Bassin versant de la rivière Montmorency (tiré de Boucher et Picard, 1994)	50
Figure 3.12	Bassin versant de la rivière Saint-Charles (Hébert, 1995)	53
Figure 3.13	Bassin versant de la rivière Jacques-Cartier (Hébert, 1997)	57
Figure 6.1	Schéma proposé de l'alimentation, de la production et la distribution de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec	105

1. INTRODUCTION

Le Gouvernement du Québec adoptait et sanctionnait le 20 décembre 2000 le projet de loi 170 sur la réforme de l'organisation territoriale municipale des régions métropolitaines de Montréal, Québec et de l'Outaouais. Pour la région métropolitaine de Québec, ce projet de loi entraîne le regroupement des 13 municipalités actuelles de la région de Québec. Les municipalités ainsi regroupées sont : Ancienne-Lorette, Beauport, Cap-Rouge, Charlesbourg, Lac-Saint-Charles, Loretteville, Québec, Saint-Augustin, Saint-Émile, Sainte-Foy, Sillery, Val-Bélair et Vanier.

Parmi les défis que pose le regroupement de ces municipalités, celui de la gestion de l'eau potable est sans conteste de première importance. Le défi est d'autant plus grand que la réalité actuelle, résultat de plusieurs décennies de développement au sein de chaque municipalité, montre une grande variété de situations tant en terme de sources d'approvisionnement, de configurations de réseaux, de moyens de production et de traitement. La fusion des municipalités de la région de Québec est l'occasion d'un examen plus poussé des différentes problématiques liées à l'eau potable auxquelles chaque municipalité était isolément confrontée jusqu'à maintenant. Cet examen peut dorénavant s'effectuer dans une perspective plus globale, plus intégrée. Du coup, des solutions, auparavant difficilement envisageables, peuvent dorénavant être examinées et mises de l'avant. Ce nouveau contexte, on le comprend, ouvre des horizons nouveaux qu'il est primordial, voire essentiel d'explorer.

Parallèlement à la création de la nouvelle Ville de Québec, le ministère de l'Environnement (MENV, 2001a) promulguait un nouvel ensemble de normes de qualité en matière d'eau potable. Ces nouvelles normes, plus contraignantes, obligent certaines municipalités à revoir et à améliorer leur chaîne de traitement puisqu'elles ne peuvent dans les conditions actuelles satisfaire à ces nouvelles exigences. Des solutions ont été avancées et proposées par ces municipalités. Le contexte unique des fusions municipales jette toutefois un éclairage nouveau sur toutes ces problématiques.

Le Comité de transition de la Ville de Québec, conscient de l'importance du dossier de l'eau potable, de sa complexité et du caractère particulier qu'il comporte du fait de la mise en place simultanée de nouvelles normes en matière d'eau potable, a accordé un mandat à l'équipe du professeur Jean-Pierre Villeneuve de l'INRS-Eau afin d'examiner cette question. Le mandat confié à l'INRS-Eau porte sur la problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable, compte tenu du nouveau cadre de gestion intégrée amené par la fusion des municipalités, et consiste plus spécifiquement à :

- Décrire la situation actuelle de l'alimentation et de la distribution de l'eau potable en fonction de la demande actuelle et future et des ressources disponibles
- Examiner la capacité des installations en place à produire une eau potable rencontrant les nouvelles normes de qualité de l'eau potable et, le cas échéant, indiquer les solutions et les coûts associés pour rencontrer les nouvelles normes
- Identifier les axes de développement à favoriser en matière d'approvisionnement et d'infrastructures de traitement pour la nouvelle Ville

La méthodologie utilisée dans le cadre de ce mandat est décrite au chapitre 2. Le chapitre 3 présente un résumé des résultats et dresse un portrait général de la situation et aborde les thèmes de l'approvisionnement, la production et le traitement, la consommation et la distribution. Les constats et les enjeux sont identifiés au chapitre 4. Les mandats techniques octroyés pour examiner divers aspects techniques et diverses solutions sont décrits au chapitre 5 ainsi qu'un résumé des faits saillants et des conclusions de ces analyses. Enfin, le chapitre 6 reprend et intègre les résultats et recommandations des différents mandats techniques et formule les recommandations finales du rapport.

2. MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre donne une description de la méthodologie utilisée dans le cadre de la présente étude. Cette méthodologie se reflète dans la structure globale du présent rapport. Les étapes de réalisation ont été les suivantes : 1) élaboration d'une grille d'analyse et de cueillette d'information, 2) rencontres avec les gestionnaires de réseau, 3) analyse de l'information et élaboration d'un portrait de la situation de l'eau potable, 4) identification des constats et enjeux et définition des mandats techniques et, 5) synthèse et recommandations.

Avant toutefois de décrire la méthodologie utilisée, il importe de mentionner que le Comité de transition avait manifesté le souhait au tout début du mandat, lors d'une réunion tenue le 14 juin 2001, que l'INRS-Eau examine la pertinence des projets soumis dans le cadre du programme Infrastructures-Québec par les municipalités de Charlesbourg et Beauport. La recommandation demandée à l'INRS-Eau visait à statuer sur la pertinence de ces projets dans le contexte de la nouvelle Ville de Québec. Le rapport faisant état de la recommandation de l'INRS et transmis au Comité de transition le 29 août 2001 est joint en annexe A.

2.1 ÉLABORATION D'UNE GRILLE D'ANALYSE ET DE CUEILLETTE DES DONNÉES

Une grille d'analyse et de cueillette des informations a été élaborée. Cette grille s'est inspirée en partie du tableau produit dans le cadre de la table sur l'eau potable (Groupe de travail Eau Potable, 2001). Elle visait à couvrir les grands thèmes reliés à l'eau potable à savoir : l'approvisionnement, la production, la consommation et la distribution. Le tableau 2.1 présente les différents volets et les thèmes abordés. Il est important de mentionner que, compte tenu de la nature même du mandat confié à l'INRS-Eau, qui visait à dresser un portrait global de la situation de l'eau potable à l'échelle de la nouvelle Ville de Québec, il n'est pas possible de donner une description précise et détaillée des différentes infrastructures. Ainsi, bien que lors des entretiens avec les

gestionnaires il ait été question du réseau, de son fonctionnement, de certains éléments techniques assez précis, la description donnée dans ce rapport ne peut prétendre à un tel niveau de détails techniques.

2.2 RENCONTRES AVEC LES GESTIONNAIRES DE RÉSEAU

Tous les gestionnaires de réseau ont été rencontrés au cours des deux premières semaines de septembre 2001. Le calendrier de ces rencontres est présenté en annexe B. La durée de ces rencontres a été de une heure à trois heures. Tous les thèmes recensés dans la grille d'analyse et de cueillette des informations ont été abordés. Plusieurs documents nous ont été transmis par la même occasion. Chacune de ces rencontres a fait l'objet d'un compte rendu détaillé. Ceux-ci ont été regroupés à l'annexe B. Les informations recueillies lors de ces rencontres, de même que les documents colligés, ont formé la matière première de l'analyse présentée dans ce rapport. Il est important de souligner la remarquable collaboration des gestionnaires rencontrés. Ces derniers ont généreusement partagé leurs connaissances et mis à notre disposition toutes les informations disponibles. Nous tenons à les en remercier sincèrement.

2.3 PORTRAIT DE LA SITUATION DE L'EAU POTABLE

Le chapitre 3 présente le portrait de la situation sur l'eau potable pour la nouvelle Ville de Québec, résultat de l'analyse et de la synthèse effectuées à partir des informations mises à notre disposition. Ce portrait se développe en deux temps. Dans un premier temps, une description qualitative et quantitative de certaines données liées à l'approvisionnement et à la consommation est fournie municipalité par municipalité. Parallèlement, une analyse comparative entre les municipalités a aussi été menée pour certaines de ces variables. Dans un deuxième temps, une analyse par thème a été retenue. Les thématiques suivantes sont abordées : les sources d'approvisionnement, la production et le traitement, la distribution, le contrôle de la qualité de l'eau potable et les problématiques spécifiques.

Tableau 2.1 Grille questionnaire utilisée lors des rencontres avec les gestionnaires

1. PREMIER VOLET APPROVISIONNEMENT – Sites actuels d'approvisionnement – Volumes prélevés : valeur moyenne et journalière de pointe – Capacité de la source – Qualité des sites (type d'analyse, fréquence, qualité des eaux brutes, fragilité des sites, etc.) – Projets de recherche de nouveaux sites
2. DEUXIÈME VOLET CONSOMMATION – Population desservie par réseau et population totale – Consommation moyenne par habitant, consommation totale annuelle – Nombre de réservoirs d'eau traitée et volume total des réservoirs – Autonomie par secteur en heure des réservoirs, minimum et maximum – Programmes d'économie d'eau – Évolution démographique – Répartition de la consommation entre secteurs résidentiel, industriel, commercial et institutionnel – Industries grandes consommatrices – Usagers dotés de compteurs
3. TROISIÈME VOLET PRODUCTION – Types et équipements de traitement : description et capacité – Capacité de production théorique – Capacité de distribution de l'eau traitée – Production actuelle moyenne – Débit de pointe de jour – Débit de pointe horaire – Débit minimum de nuit – Qualité des eaux produites – Qualité mesurée des eaux produites – Évolution des plaintes (nombre, types, etc.) – Problème pour se conformer aux nouvelles normes. Projets en place pour s'y conformer.
4. QUATRIÈME VOLET RÉSEAU D'AQUEDUC – Longueur, âge moyen, type matériau – Taux de bris aux 100 km au cours des dernières années – Estimation du pourcentage d'eau perdu par les fuites – Liens avec les réseaux des autres municipalités – Projets anciens ou futurs de raccordement à d'autres réseaux – Pressions en réseau (problèmes de surpression, de sous-pression, etc.) – Niveau de protection incendie (rapport d'assurance) – Rapport technique des assureurs – Projets de réhabilitation, de réfection
5. CINQUIÈME VOLET PROBLÉMATIQUE PARTICULIÈRE – Identifications des problématiques jugées prioritaires – Conclusion

2.4 CONSTATS, ENJEUX ET MANDATS

Un certain nombre de constats et d'enjeux a été identifié. Ces constats et enjeux sont énoncés et discutés au chapitre 4 et ont fait l'objet de discussions et d'échanges lors de deux rencontres tenues successivement les 5 et 11 octobre 2001 regroupant plusieurs des gestionnaires de réseau ainsi que des représentants de divers organismes liés à la gestion de l'eau. Ces rencontres ont permis d'échanger et de valider la démarche proposée.

Les enjeux définis et différentes pistes de solutions ont été identifiées. Des mandats ont aussi été définis afin d'examiner plus spécifiquement certains aspects et thèmes et ainsi mieux préciser les axes de solutions à privilégier. Ces mandats sont décrits à la section 5.1 de même que les principaux résultats de ces analyses. Les rapports réalisés dans le cadre des différents mandats sont regroupés dans le tome II du présent rapport (annexes D à F).

2.5 SYNTHÈSE ET RECOMMANDATION

Une analyse et une synthèse ont enfin été réalisées afin de définir des axes de développement et des pistes de solutions qui devront, à notre avis, constituer les éléments prioritaires des interventions à poser en matière d'eau potable dans la nouvelle Ville. La perspective adoptée est celle où, sur la base des constats et enjeux identifiés, la solution aux problématiques actuelles trouvent des solutions optimales à l'échelle de la nouvelle Ville. Ces solutions doivent certes répondre aux problématiques actuelles mais elles peuvent, une fois remaniées et adaptées, viser à satisfaire simultanément d'autres objectifs et enjeux. Les conclusions de ce rapport se présentent sous forme d'une série de recommandations.

3. PORTRAIT DE L'EAU POTABLE DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC

Ce chapitre dresse un portrait de la situation actuelle de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec. Une description globale de l'approvisionnement et de la distribution de l'eau potable est d'abord donnée à la section 3.1. Le bilan de l'eau potable de chaque municipalité y est effectué. Les sections suivantes abordent les six grands thèmes suivants : 1) les sources d'approvisionnement; 2) les infrastructures de production-traitement; 4) les infrastructures de distribution; 5) le contrôle de la qualité; et 6) les problématiques particulières.

La première section donne une description de la structure globale de l'approvisionnement et de la distribution de l'eau potable pour la nouvelle Ville de Québec. Plusieurs données relatives aux volumes distribués, aux types d'usagers, aux volumes consommés, à la comptabilité des volumes consommés y sont présentées. Une analyse comparative entre les différentes municipalités est aussi effectuée. La section 3.2 s'attarde plus spécifiquement sur les sources d'approvisionnement afin d'examiner globalement le potentiel de ces différentes sources, la qualité de l'eau à ces sites et la fragilité de ces sites aux contaminations éventuelles. Les sections 3.3 et 3.4 abordent respectivement les thèmes des infrastructures de production et de distribution. Pour la première section, la question de la qualité de l'eau produite et du respect des nouvelles normes est abordée alors que dans le second cas, différents indicateurs de l'état structural des réseaux seront examinés. La section 3.5 concerne le contrôle de qualité et s'intéresse aux mesures actuellement en vigueur dans les différentes municipalités pour assurer un contrôle de la qualité de l'eau potable en réseau. Enfin, la section 3.6 dresse la liste des problématiques actuelles jugées prioritaires par les gestionnaires de réseau des municipalités. Les solutions envisagées sont aussi présentées de même que les études réalisées sur ces sujets.

3.1 L'APPROVISIONNEMENT ET LA DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC

Le schéma de la figure 3.1 présente les grands axes d'approvisionnement et de distribution de l'eau potable pour la nouvelle Ville de Québec. Il est important de noter que ce schéma ne présente pas de façon exhaustive l'ensemble des échanges mais dresse un portrait des principaux échanges entre les municipalités. La répartition géographique de ces différents secteurs d'approvisionnement en fonction de la nouvelle division administrative en arrondissement, est présentée à la figure 3.2. Quatre grandes sources d'approvisionnement sont actuellement utilisées : (1) bassin versant de la rivière Saint-Charles; (2) le fleuve Saint-Laurent; (3) la rivière Montmorency; et (4) les eaux souterraines. La section 3.2 présente en détail la répartition de l'approvisionnement entre ces sites ainsi que les différentes caractéristiques de chacun.

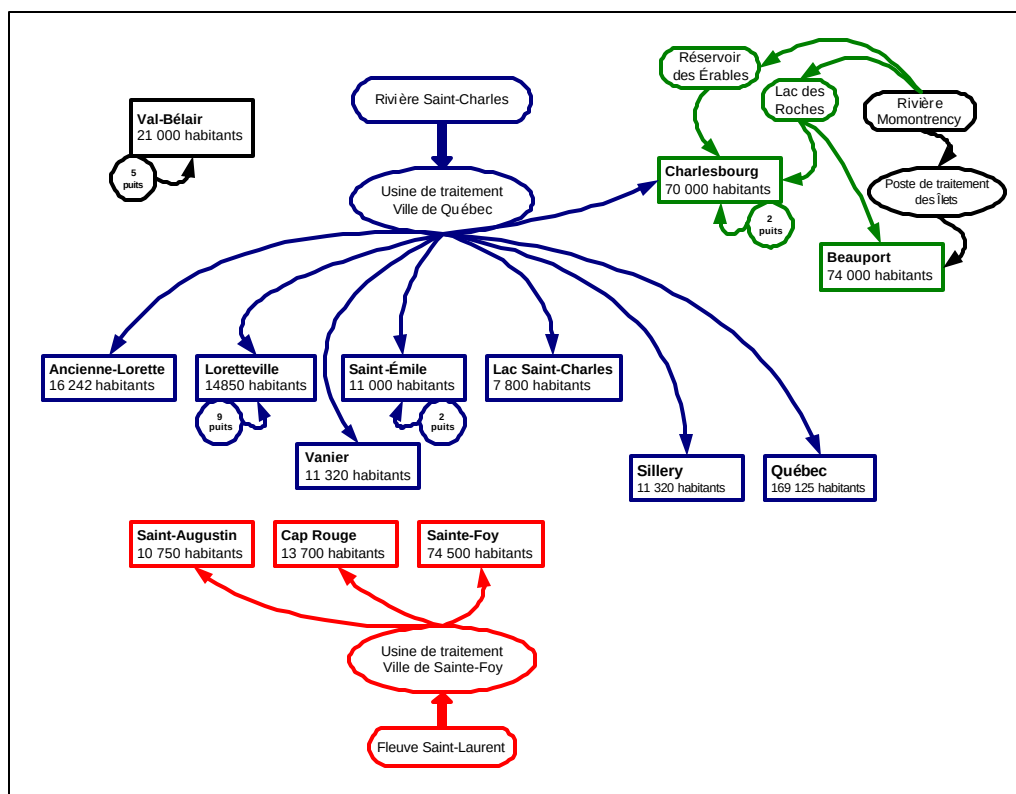


Figure 3.1 Schéma d'approvisionnement en eau potable

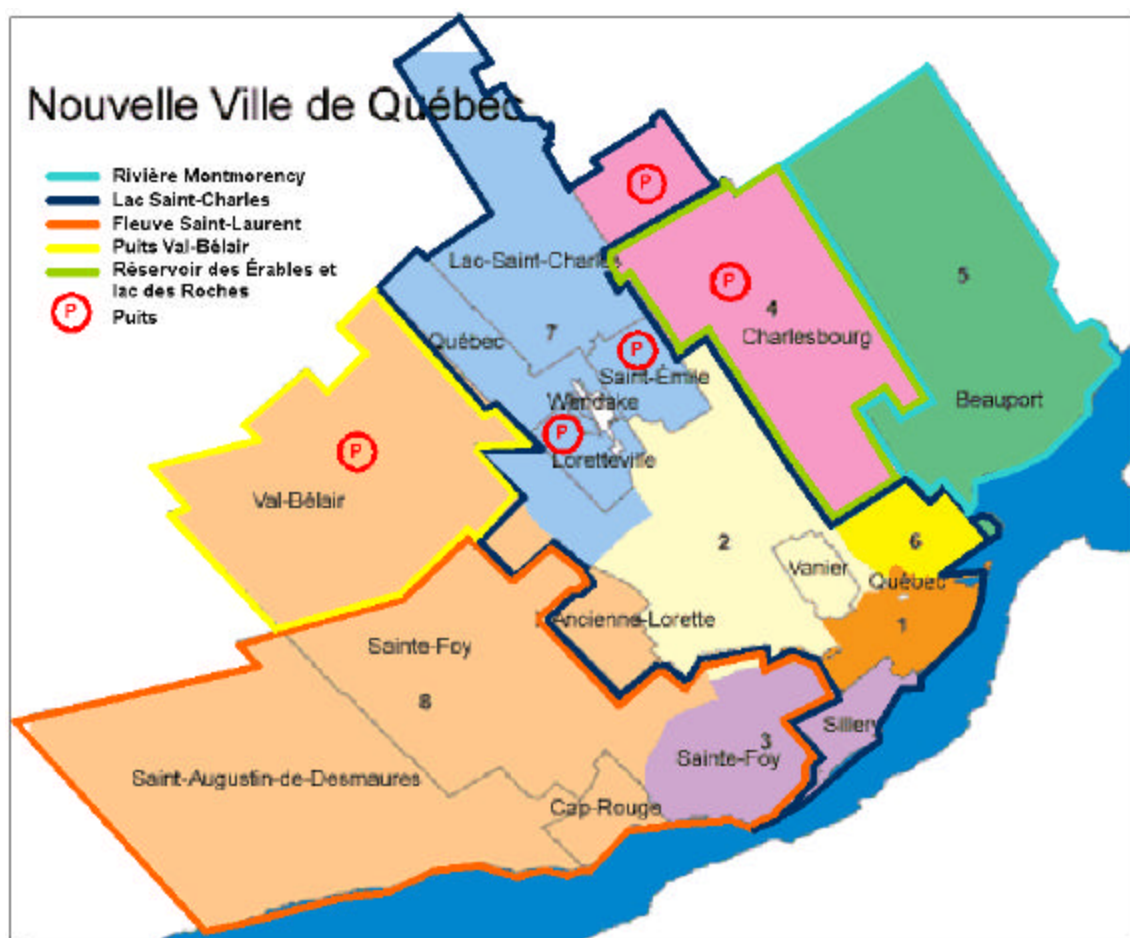


Figure 3.2 Répartition géographique des secteurs d'approvisionnement

À la lumière du schéma de la figure 3.1, les municipalités peuvent être classées selon quatre catégories à savoir celles : (1) qui produisent et satisfont à leur besoin en eau potable tout en desservant d'autres municipalités (Québec, Sainte-Foy), (2) qui produisent et satisfont à une partie de leur besoin, l'autre partie étant comblée par une autre municipalité (Saint-Émile, Charlesbourg, Beauport, Loretteville), (3) qui sont entièrement alimentées par une autre municipalité (Cap-Rouge, Saint-Augustin, Vanier, Ancienne-Lorette, Sillery, Lac-St-Charles) et (4) qui satisfont à la totalité de leur besoin sans desservir d'autres municipalités (Val-Bélair). Il est à noter que la municipalité de Charlesbourg chevauche en fait ces catégories puisqu'elle produit une partie de son eau potable, est desservie dans son secteur nord par la Ville de Québec et alimente une partie de Beauport à travers l'Aqueduc régional.

Les infrastructures majeures de traitement et production d'eau potable sont au nombre de trois : (1) l'usine de Québec; (2) l'usine de Sainte-Foy; et (3) les galeries d'infiltration de Beauport. Les eaux de surface sont l'objet de traitement de filtration dans tous les cas sauf pour Charlesbourg. Une description sommaire de ces ouvrages est donnée à la section 3.3.

La description des données sur l'approvisionnement et la consommation se fait en deux temps. Dans un premier temps, une description globale de la situation en terme de sites d'approvisionnement est donnée pour chaque municipalité. Dans un deuxième temps, divers éléments d'information sont présentés concernant les volumes distribués, les volumes consommés, les types d'usagers, la comptabilisation des volumes consommés et les pertes d'eau en réseau.

Québec

La Ville de Québec s'approvisionne à la rivière Saint-Charles. L'usine de Québec, localisée près de la prise d'eau, a produit 60,1 Mm³ (165 000 m³/jour) en 1999. L'usine de Québec alimente en tout les municipalités de Québec, Vanier, Ancienne-Lorette, Sillery et Lac-Saint-Charles et en partie les municipalités de Saint-Émile, Charlesbourg et Loretteville. La répartition de cette production entre les municipalités desservies est présentée au tableau 3.1.

Tableau 3.1 Répartition entre les municipalités des volumes produits à l'usine de Québec

Villes	Volume moyen distribué (m ³ /j)	Volume annuel distribué (Mm ³)	% du volume total distribué
Québec	129 121	47,13	78,20
Charlesbourg	1 851	0,68	1,12
Vanier	6 733	2,46	4,08
Sillery	12 719	4,81	7,98
Ancienne-Lorette	7 049	2,57	4,27
Saint-Émile	2 828	1,23	2,05
Loretteville	2 320	0,51	0,85
Lac-Saint-Charles	2 411	0,88	1,46

Sainte-Foy

La municipalité de Sainte-Foy s'approvisionne au fleuve Saint-Laurent. La production de l'usine de Sainte-Foy en 2000 a été de 19,0 Mm³ (52 136 m³/jour) Cette usine dessert aussi les municipalités de Cap-Rouge et Saint-Augustin. La totalité des besoins en eau potable de ces municipalités est comblée par l'usine de Sainte-Foy. Les volumes acheminés à ces différentes municipalités et les pourcentages de la production totale en 2000 que ces volumes représentent sont indiqués au tableau 3.2.

Tableau 3.2 Répartition entre les municipalités des volumes produits à l'usine de Sainte-Foy

Villes	Volume moyen distribué (m ³ /j)	Volume annuel distribué (Mm ³)	% du volume total distribué
Sainte-Foy	42 295	15,44	81,12
Cap-Rouge	3 995	1,45	7,65
Saint-Augustin	5 865	2,14	11,23

Charlesbourg

La Ville de Charlesbourg présente une configuration d'approvisionnement relativement complexe. La figure 3.3 montre les différentes sources d'approvisionnement et les secteurs desservis. En résumé : 1) les sources du Bon-Pasteur (rue Notre-Dame) et la rivière des Sept Ponts (dont une partie de l'eau provient de l'Aqueduc régional) alimentent le secteur Vieux-Charlesbourg (environ 38 000 personnes) (Génécor, 1998); 2) la rivière Montmorency et le lac des Roches alimentent les secteurs du Jardin et Bourg-Royal par le biais de l'Aqueduc régional pour près de 23 000 personnes et; 3) le champ de captage au 825, boul. du Lac et l'Aqueduc commun alimenté par Québec, soit environ 10 000 personnes (BPR, 2001; 2000; Génécor, 2000a). Le tableau 3.3 présente les données sur les volumes acheminés aux différents secteurs selon les sources d'approvisionnement pour l'année 2000.

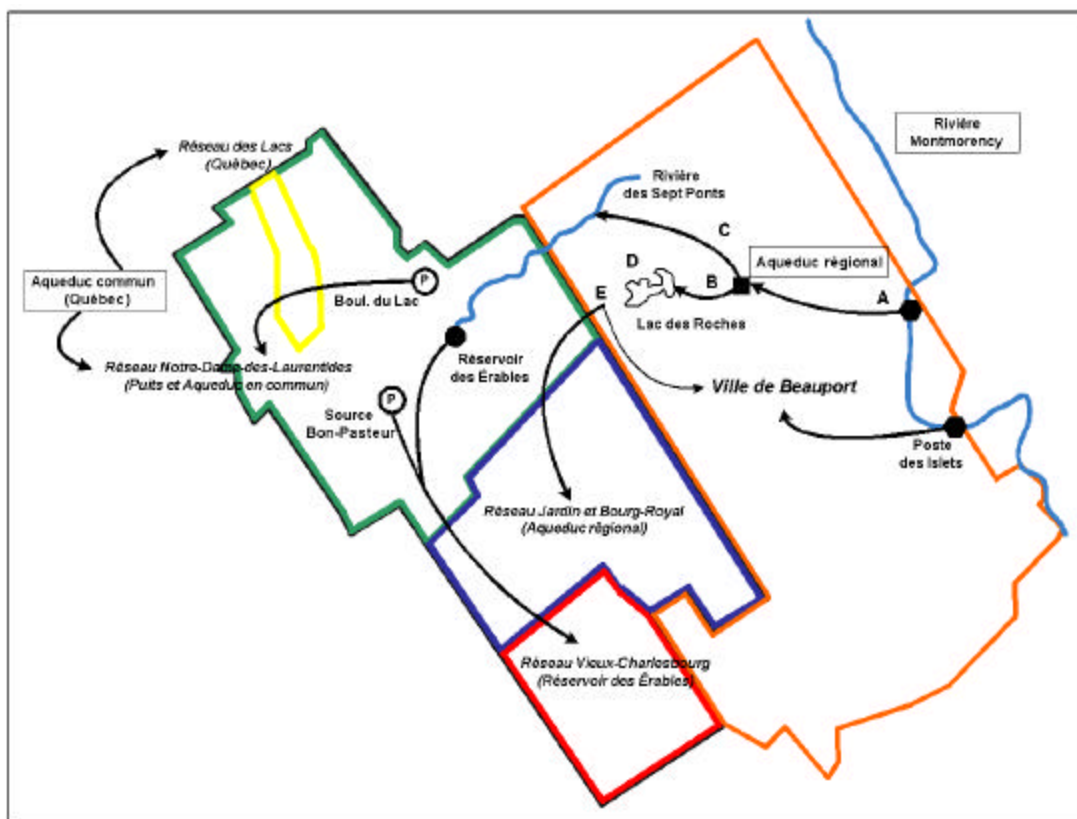


Figure 3.3 Alimentation en eau potable des villes de Beauport et Charlesbourg

Tableau 3.3 Répartition des volumes distribués selon les secteurs et les sources d'approvisionnement à Charlesbourg

Secteurs	Sources d'approvisionnement	Volume moy. distribué (m ³ /j)	% du volume total distribué
Des Laurentides	Source 825 boul. du Lac	2 604	8,94
	Usine de Québec	1 851	6,35
Vieux-Charlesbourg Du Jardin	Réservoir des Érables	13 804	47,36
	Sources Bon-Pasteur	4 000	13,72
Bourg-Royal	Aqueduc régional	6 886	23,63

L'Aqueduc régional a été construit afin d'alimenter les villes de Beauport et Charlesbourg via le lac des Roches et la rivière des Sept Ponts depuis la rivière Montmorency (voir figure 3.3). Il est composé des ouvrages A, B, C, D et E (Ville de Beauport, 2001a). L'ouvrage A consiste en une conduite et une station de pompage qui puise l'eau de la rivière Montmorency et l'achemine vers le lac des Roches. L'ouvrage B représente la section qui déverse l'eau dans le lac des Roches alors que l'ouvrage C englobe la station de pompage et la conduite vers la rivière des Sept Ponts. Cette dernière se déverse dans le réservoir des Érables qui lui alimente le secteur du Vieux-Charlesbourg. L'ouvrage D désigne le lac des Roches et le bâtiment de chloration localisé à la décharge du lac et enfin l'ouvrage E correspond à la station de chloration (Ville de Beauport, 2001a; Argus, 1995). La figure 3.4 montre l'évolution au cours des 20 dernières années du volume total puisé dans la rivière Montmorency pour l'alimentation de l'Aqueduc régional de même que la répartition de ce volume entre le lac des Roches (ouvrage B) et la rivière des Sept Ponts (ouvrage C). La diminution observée s'explique par l'abandon progressif de cette filière d'approvisionnement par la municipalité de Beauport au profit du poste des Îlets (voir paragraphe suivant sur la municipalité de Beauport). La gestion administrative de l'Aqueduc régional est assumée par la municipalité de Beauport.

L'Aqueduc commun, inauguré en 1978, désigne la conduite d'amenée de fort diamètre qui achemine l'eau potable produite à l'usine de Québec depuis le boulevard Valcartier jusqu'à l'intersection des rues de la Grande-Ligne et de l'Église dans le secteur Laurentides de la ville de Charlesbourg (Ville de Charlesbourg, 2000). Cette conduite traverse la ville de Lac-St-Charles qui s'y alimente en deux points. Cet aqueduc est divisé en quatre parties (Ville de Charlesbourg, 2000). La gestion administrative et la surveillance de cet aqueduc relèvent de la Ville de Charlesbourg. La figure 3.5 montre l'évolution au fil des ans des volumes acheminés par l'Aqueduc commun et la répartition de ces volumes entre les municipalités de Lac-St-Charles et Charlesbourg. L'Aqueduc commun alimente le secteur nord de Charlesbourg (voir figure 3.3). Ce secteur est par ailleurs alimenté par le puits du 825 boul. du Lac. Ce champ de captage fournit un débit constant de l'ordre de 2500 à 3000 m³/j. Il alimente les réservoirs Dorval et Garneau. Lorsque le niveau des réservoirs baisse, l'Aqueduc commun prend le relais. Le débit autorisé par Québec est de 10 456 m³/j (6 818 m³/j pour Charlesbourg

et 3638 m³/j pour Lac-Saint-Charles). La Ville de Charlesbourg évite d'utiliser cette source d'approvisionnement compte tenu de son coût. De fait, le volume annuel effectivement utilisé par Charlesbourg est de l'ordre de 1 500 m³/j soit nettement moins que le débit réservé pour cette municipalité. Par ailleurs, il est important de mentionner que la Ville de Québec était en voie au moment des fusions de renégocier ce débit réservé avec Charlesbourg puisque le cas échéant elle n'aurait pas été en mesure d'approvisionner cette dernière à un tel débit.

Beauport

La Ville de Beauport s'approvisionne en deux points (voir figure 3.3). Le premier point d'approvisionnement est l'Aqueduc régional (Lac des Roches), situé dans les limites de Beauport (voir la description sur Charlesbourg pour une description plus détaillée de cette infrastructure). Au cours des dernières années, la Ville a toutefois nettement diminué son alimentation depuis cette source. Celle-ci est en effet passée de 2 700 000 m³ en 1995 à 298 699 m³ en 2000 (Ville de Beauport, 2001a). Cette diminution se traduit par une diminution marquée du volume puisé à la rivière Montmorency au profit de l'Aqueduc régional particulièrement depuis 1995 (voir figure 3.4). Le volume actuel provenant de l'Aqueduc régional ne représente plus que 2,5 % des volumes totaux alimentant le réseau de Beauport. Les raisons justifiant cette diminution sont de deux ordres : la qualité de l'eau du lac et les coûts de cette filière d'approvisionnement. En effet, les coûts associés au pompage de l'eau vers le lac des Roches sont très élevés comparativement à ceux du poste des Îlets (Ville de Beauport, 2001b). Cet abandon progressif de l'Aqueduc régional par Beauport s'est traduit par une augmentation concomitante de la production au poste des Îlets. L'entente avec Charlesbourg permettait en principe à Beauport d'utiliser la moitié de l'eau provenant du bassin versant du Lac des Roches (environ 2 000 m³/jour). Historiquement, l'utilisation de l'Aqueduc régional servait à la protection d'incendie pour le Centre Hospitalier Robert Giffard (CHRG) et le secteur Giffard. Le second point d'approvisionnement est le poste de pompage des Îlets (31 456 m³/jour en moyenne en 2000). Plus précisément, il s'agit d'un ensemble de galeries d'infiltration alimentées par la rivière Montmorency et les eaux souterraines (voir section 3.3.3).

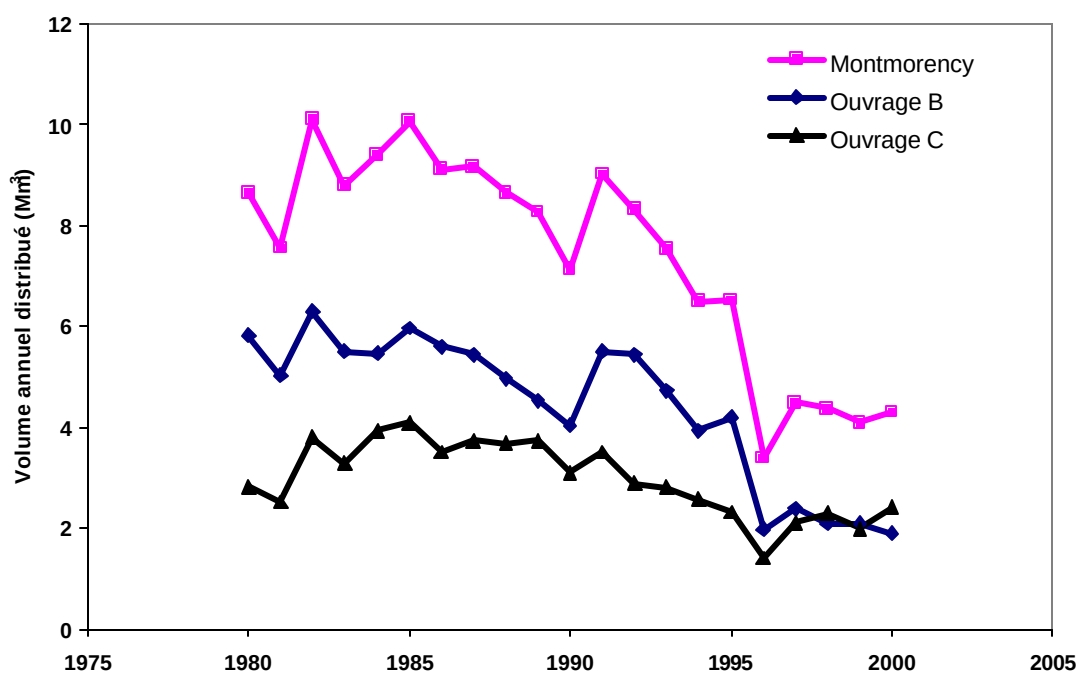


Figure 3.4 Volumes annuels distribués par l'Aqueduc régional

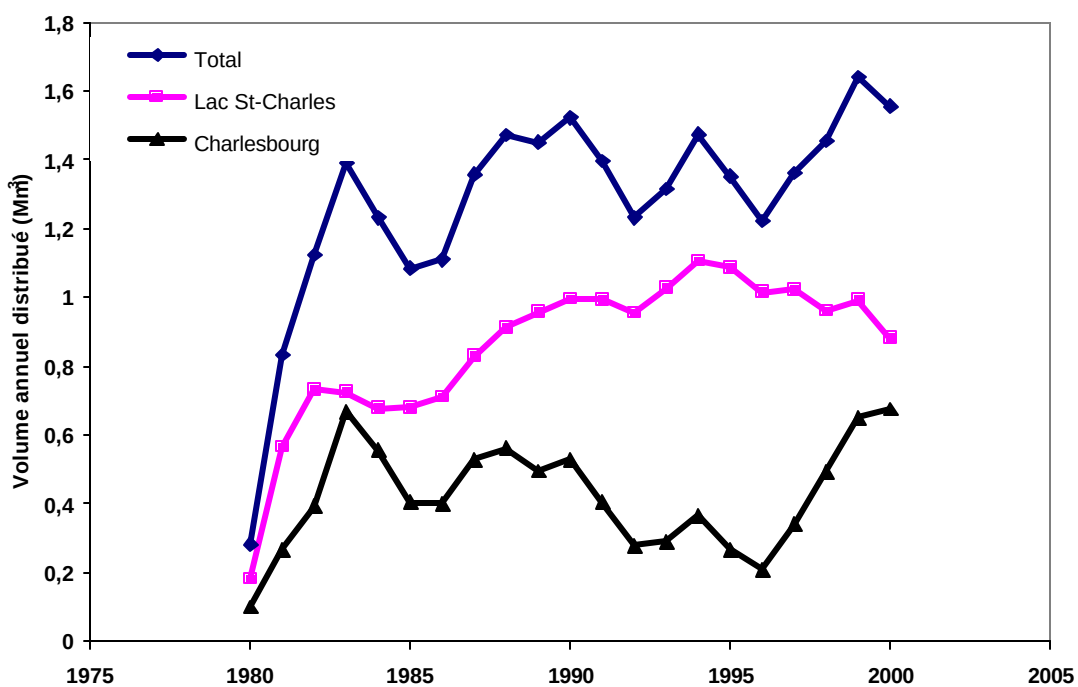


Figure 3.5 Volumes annuels distribués par l'Aqueduc commun

Ancienne-Lorette

La municipalité est alimentée par l'usine de Québec en un seul point via la chambre de vannes située sur la rue Michelet. Le réseau de la ville comporte deux paliers de pression. L'Ancienne-Lorette ne dispose d'aucun réservoir sur son territoire et l'alimentation depuis Québec doit répondre aux fluctuations de la demande, la seule contrainte étant le volume réservé accordé par Québec pour l'alimentation de cette municipalité, à savoir 8 563 m³ par jour.

Loretteville

La Ville s'approvisionne en eaux souterraines à partir de neuf puits (60 % de son approvisionnement) et de Québec (40 % de son approvisionnement). Les puits sont localisés au nord de la municipalité sur le territoire de la Ville de Québec, sur des terrains appartenant à la municipalité de Loretteville. Ces puits ont été mis en opération en 1960 (Aquatech, 1992). Sept de ces puits alimentent le réservoir de la ville d'une capacité de 2 300 m³. Les deux autres puits sont reliés directement à la conduite allant du réservoir au réseau. Le gestionnaire opère en deux temps : il puise dans le réservoir lorsque le volume est à 55 % ou plus de sa capacité et le remplit lorsqu'il est à 30 % de sa capacité. Chaque puits a son propre compteur. L'alimentation provenant de Québec se fait en un point d'entrée sur cette même conduite. Le Golf de Loretteville s'alimente à partir de Québec pour son eau potable et à partir de lacs pour l'irrigation du terrain. La réserve autochtone est alimentée par Québec par une conduite principale en trois points. Dans le cadre de la réfection du boul. Bastien, il avait été prévu que la réserve soit éventuellement alimentée par Loretteville.

Pour la petite histoire, il est intéressant de noter que pendant la période 1959-1971, les réservoirs de la ville étaient alimentés entre autres par l'eau provenant du lac Légaré (nord de la Ville). Avec la construction d'un barrage, ce lac a été utilisé comme réservoir pour retenir l'eau provenant du ruisseau et de sources souterraines. Au printemps, le gestionnaire a estimé le débit au déversoir à environ 5 930 m³/j. La Ville a cessé d'utiliser cette eau car la qualité n'était pas toujours bonne. Suite à des discussions entre la Ville et les représentants du ministère de l'Environnement du Québec, il y a eu fermeture de cette source d'approvisionnement. La conduite est toujours là, mais le poste de pompage n'existe plus. Selon le responsable, il serait

possible de capter l'eau avant qu'elle n'atteigne la surface et donc que sa qualité ne se dégrade. Il n'y a pas eu d'étude sur la faisabilité économique du projet.

Saint-Émile

La municipalité est alimentée par l'usine de Québec ainsi que par deux puits (forés en 1970 et en 1997) situés au nord de la municipalité. Les données de l'année 2000 montrent que le volume distribué provenant de Québec représentait 83,7 % (2 828 m³/jour) du volume total distribué contre 16,3 % (550 m³/jour) provenant des eaux souterraines. La partie nord de la municipalité est alimentée à partir d'un réservoir lui-même alimenté par l'eau des puits et de Québec. L'alimentation de la partie sud se fait uniquement par l'usine de Québec.

Vanier

La municipalité s'approvisionne à même la conduite de 40 pouces (1 016 mm) qui alimente le réservoir des Plaines d'Abraham, depuis l'usine de Québec. L'alimentation se fait en quatre points : un point de prélèvement sur la conduite principale à l'intersection du boul. Hamel et de la rue Plante, deux points sur la rue Desrochers près de l'édifice municipal et un autre point sur une autre conduite au niveau de l'intersection boul. Hamel et rue Proulx. La Ville ne dispose d'aucun réservoir sur son territoire.

Sillery

La Ville de Québec approvisionne la Ville de Sillery en deux points à l'est de la ville sur le boul. René-Lévesque et sur le Chemin Saint-Louis. La Ville ne compte aucun réservoir sur son territoire. Le réseau de la ville comporte deux paliers de pression. Il est à noter que l'Université Laval est alimentée par Sillery bien qu'elle ne soit pas facturée pour cette consommation. L'Université est responsable de la gestion de son réseau d'aqueduc et du contrôle de la qualité de l'eau. Le campus est desservi en deux points. Le volume acheminé à l'Université Laval représente près de 25 % du volume livré à Sillery par Québec.

Cap-Rouge

La municipalité est alimentée par l'usine de Sainte-Foy en trois points. Cap-Rouge distribue de l'eau potable à Saint-Augustin par deux points du côté ouest de la municipalité. L'alimentation d'une partie de Saint-Augustin se fait donc par le réseau de Cap-Rouge. Un réservoir d'une capacité de 3 200 m³ situé près de la Promenade des Sœurs est utilisé pour la gestion des pointes et l'approvisionnement de Saint-Augustin. Une entente, négociée en 1998, stipule que Cap-Rouge doit assurer le maintien d'un débit réservé de 275 m³/h (6 600 m³/jour) pour couvrir les besoins de Saint-Augustin. L'entente est d'une durée de 10 ans. Selon les prévisions des responsables, Cap-Rouge ne sera plus en mesure d'alimenter Saint-Augustin en 2008.

Lac-Saint-Charles

L'approvisionnement se fait par l'Aqueduc commun alimenté par l'usine de Québec (voir le paragraphe sur Charlesbourg pour plus de détails). Deux points alimentent la Ville. L'Aqueduc commun traverse la ville de Lac-Saint-Charles selon un axe est-ouest et alimente par la suite la partie nord de Charlesbourg. La Ville est copropriétaire avec Charlesbourg de cette conduite. Charlesbourg est toutefois responsable de son entretien et de sa gestion.

Le débit réservé total pour l'Aqueduc commun en 1999 était de 10 456 m³/j. Ce débit demeure inchangé malgré le renouvellement automatique de l'entente avec Québec qui prévoyait une augmentation de 4091 m³/jour pour la période 2000 à 2008. Après consultation entre Charlesbourg et Lac Saint-Charles, il a été convenu de maintenir le débit réservé au niveau de 1999, compte tenu de la stagnation de la demande. Enfin, il est intéressant de noter que, dans le passé, la ville était alimentée depuis le lac de l'Aqueduc situé au nord-ouest de la Ville. L'alimentation se faisait donc depuis le nord et le réseau avait été construit en conséquence. Cette source d'approvisionnement a depuis été abandonnée pour des raisons de qualité des eaux en faveur d'un approvisionnement depuis l'usine de Québec. Le secteur Nord à l'ouest du lac Saint-Charles est dorénavant alimenté depuis le sud ce qui pose certains problèmes de pression trop basse dans ces secteurs.

Saint-Augustin

La municipalité est alimentée par l'usine de Sainte-Foy en trois points : par le poste de Jouvence (rue Rotterdam) et par deux points de branchement avec le réseau de Cap-Rouge (voir la description de Cap-Rouge). La station de Sainte-Foy (poste Jouvence) alimente directement le secteur Centre de la Ville. Dans ce secteur, le parc industriel représente 55 % des volumes consommés et le secteur résidentiel 45 % du volume consommé. Le volume total distribué dans ce secteur est de 1 350 000 m³/an. Les stations de Cap-Rouge alimentent un secteur résidentiel (837 000 m³/an).

Val-Bélair

La municipalité est alimentée par sept puits. La Ville dispose de deux réservoirs de 5 680 m³ et 1 120 m³. La municipalité a rencontré récemment des problèmes de contamination au TCE dans le puits Modène (voir annexe C pour une description de ce composé chimique). Ce même composé a été découvert dans certains puits à Shannon et à la base militaire de Valcartier entraînant dans ce dernier cas la fermeture de l'un des puits.

3.1.1 Données sur les volumes distribués

Le tableau 3.4 présente les données sur les volumes distribués en réseau, la population desservie et la répartition des volumes distribués en fonction des sources d'approvisionnement. Elles regroupent, selon les cas, des données des années 1999 et 2000. Même si les données ne sont pas disponibles pour certaines municipalités pour l'une ou l'autre de ces années, il est important de souligner que, de l'avis de tous les gestionnaires, aucune tendance marquée à la hausse ou à la baisse des volumes distribués n'a été enregistrée au cours des dernières années. Les volumes distribués pour l'une ou l'autre année sont donc représentatifs des volumes distribués au cours de la période récente. Il importe par ailleurs de préciser que le volume distribué désigne, dans ce qui suit et tout au long de ce rapport, le volume injecté en début de réseau aux divers points de raccordement et non le volume effectivement consommé. Le volume distribué correspond à la somme des volumes consommés par les différents types d'usagers (résidentiel, industriel, commercial et institutionnel) et des volumes perdus par les fuites (voir section 3.1.5).

Tableau 3.4 Caractéristiques d'approvisionnement des municipalités

Villes	Population Desservie (2000)	Vol. moyen distribué (m ³ /j)	Approvisionnement en eau potable (%)				
			Rivière St-Charles	S-bassin de la Duberger	Rivière Montmorency	Fleuve St-Laurent	Puits
Québec	169 125	129 121	100				
Beauport ¹	74 000	32 274			100		
Ste-Foy	74 418	42 295				100	
Charlesbourg	70 000	29 146	6,3	30,6	40,4		22,7
Vanier	11 320	6 733	100				
Sillery	12 000	12 719	100				
Ancienne-Lorette	16 242	7 049	100				
Val-Bélair	21 000	7 096					100
St-Émile	11 000	3 378	83,7				16,3
Loretteville	14 850	5 800	40,0				60,0
Lac-St-Charles	7 800	2 411	100				
Cap-Rouge	13 700	3 996				100	
St-Augustin	10 750	5 865				100	

¹ Une partie des eaux approvisionnant Beauport vient du sous-bassin versant de la rivière Duberger à travers l'Aqueduc régional. Cette contribution très faible n'apparaît pas dans le tableau.

Les données de ces tableaux sont reprises dans le graphique de la figure 3.6. Le volume distribué pour la ville de Québec domine largement les volumes distribués dans l'une ou l'autre des autres villes. Il représente à lui seul 45 % du volume total distribué dans la nouvelle Ville de Québec.

3.1.2 Débit journalier de pointe et facteur journalier de pointe

Plusieurs gestionnaires de réseau ont mentionné qu'ils éprouvaient certaines difficultés à rencontrer la demande en période de pointe (voir section 3.6). Afin d'avoir une meilleure idée de l'amplitude des demandes en période de pointe, les débits maximaux journaliers ont été recensés. Ils correspondent au débit journalier maximal enregistré pendant l'année. Ces débits pour les différentes municipalités sont présentés au tableau 3.5. Le facteur de pointe journalier est quant à lui défini comme le rapport entre ce débit maximum et le débit journalier moyen pendant la même période. Le graphique 3.7 permet de comparer les facteurs de pointe des différentes municipalités.

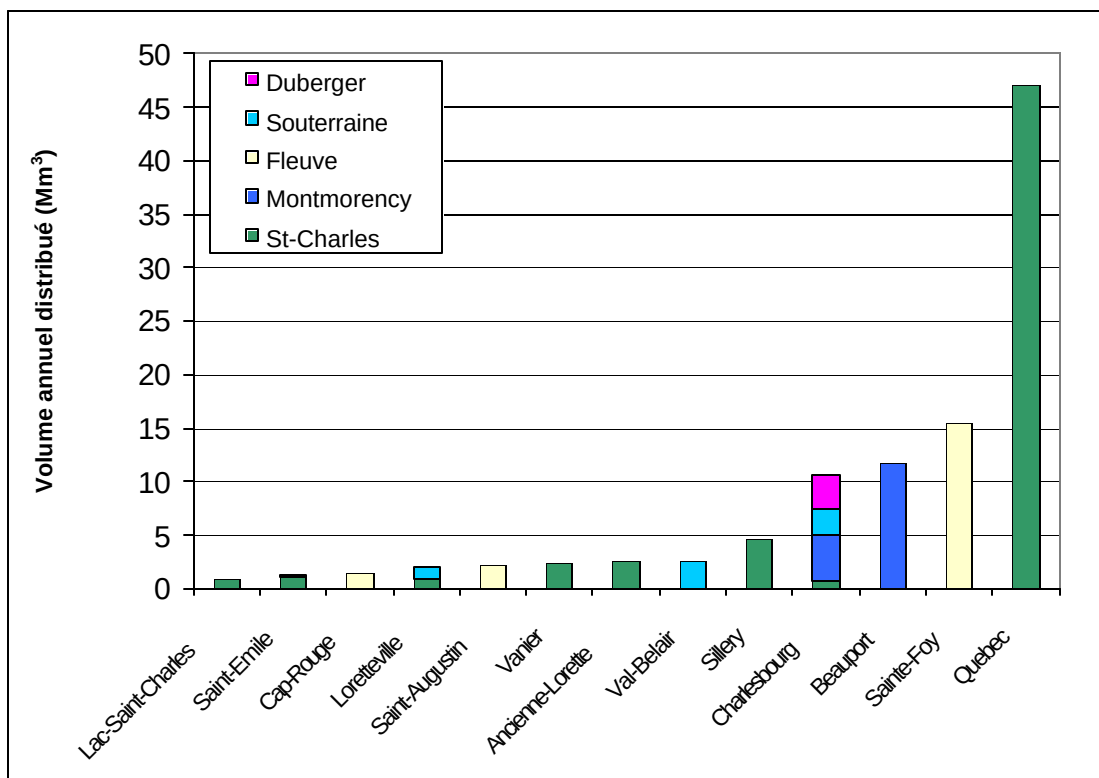


Figure 3.6 Répartition des volumes annuels prélevés selon les sources d'approvisionnement

Tableau 3.5 Débits maximaux journaliers et facteur de pointe

Municipalités	Volume moyen distribué (m³/j)	Volume journalier de pointe (m³/j)	Facteur de pointe
Québec	129 121	205 000	1,59
Beauport	32 274	54 800	1,70
Sainte-Foy	42 295	50 798	1,20
Charlesbourg	29 146	56 592	1,94
Vanier	6 733	11 325	1,68
Sillery	12 719	20 103	1,58
Ancienne-Lorette	7 049	14 200	2,01
Val-Bélair	7 096	17 577	2,48
Saint-Émile	3 378	5 660	1,68
Loretteville	5 800	6 500	1,12
Lac-Saint-Charles	2 411	non disponible	inconnu
Cap-Rouge	3 992	7 527	1,88
Saint-Augustin	5 865	9 163	1,56

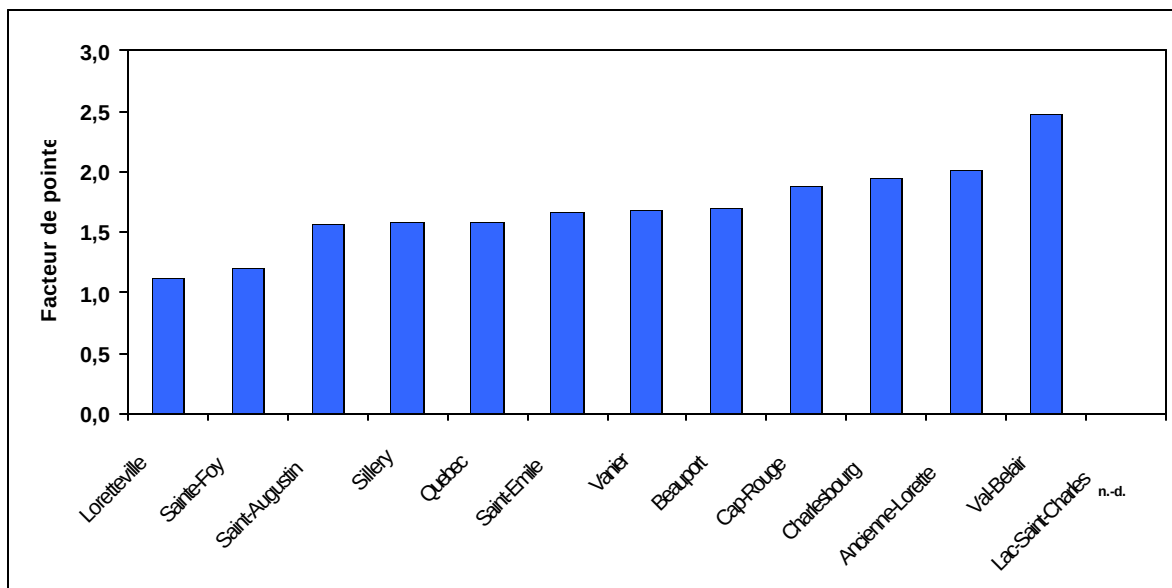


Figure 3.7 Facteurs de pointe des différentes municipalités

Ce facteur est important à considérer puisqu'il peut affecter la performance globale du réseau en période de pointe. Il est important de noter toutefois que le facteur de pointe dont nous parlons ici désigne le facteur de pointe sur les volumes distribués aux différentes municipalités. Ce facteur dépend de plusieurs paramètres dont les unités et les capacités de stockage des eaux produites, du type de gestion opéré pour faire face à ces pointes de consommation, du type d'usagers présents sur le territoire (les consommateurs de type industriel pouvant exiger un débit plus constant qu'une consommation résidentielle) et des volumes d'eau perdus en fuite. Dans ce dernier cas, il est intéressant d'observer qu'un même maximum dans la demande se traduira par un facteur de pointe plus élevé pour une municipalité avec un plus faible taux de fuite, toutes autres choses étant par ailleurs égales.

Il est intéressant de noter que le facteur maximal de pointe enregistré se trouve à Val-Bélair. Cette municipalité éprouve par ailleurs des problèmes sérieux à rencontrer la demande lors des pointes de printemps et ce facteur de pointe élevé en fait foi. Il semble évident que ces pointes très élevées sont difficiles à gérer et que les interventions devraient porter sur une atténuation de ce facteur de pointe. Des mesures similaires devraient être envisagées à l'Ancienne-Lorette, Charlesbourg et Cap-Rouge. Ce point sera développé à la section 4.3.

3.1.3 Potentiel de croissance de la demande et potentiel d'extension des réseaux

Cette question a été examinée dans le cadre du mandat confié à Génécór en vue d'estimer l'évolution de la demande en eau à moyen terme. Un résumé est présenté à la section 5.1 (Génécór, 2001a). Les éléments présentés dans ce qui suit visent plutôt à décrire ce potentiel en fonction de la perception que les gestionnaires en ont.

La croissance de la demande est déterminée par plusieurs facteurs dont : 1) la démographie, 2) l'évolution de la consommation résidentielle, 3) le développement économique (industries et commerces) et 4) l'état structural du réseau. La démographie considère évidemment l'évolution du nombre de résidents sur le territoire et la demande résultante en eau potable. Divers scénarios peuvent être envisagés à cet égard. L'évolution de la consommation résidentielle par résident est estimée sur la base de l'évolution du nombre moyen de résidents par habitation et de l'évolution globale des types d'habitations (e.g. logements versus unifamiliales). Évidemment l'implantation d'industries ou de commerces ayant de grande consommation d'eau pourra avoir un impact important sur la demande mais est très difficilement prévisible. Enfin, la détérioration de l'état structural du réseau conduira, si aucun programme d'entretien ou de réhabilitation n'est mis en place, à une augmentation des volumes d'eau perdus par les fuites. Des niveaux de fuites représentant 40 à 60 % du volume distribué sont possibles dans le cas de réseaux en très mauvais états comme il a été constaté dans d'autres villes (Réseau environnement, 2000)

La question du potentiel de croissance sera examinée dans ce qui suit sous l'angle de l'évolution probable de la démographie et sous l'angle du potentiel d'extension des réseaux. Il s'agit de voir dans ce dernier cas si les réseaux actuels des différentes municipalités couvrent l'ensemble de leur territoire et quelles municipalités pourraient étendre leur réseau.

Pour l'évolution de la population, plusieurs études existent basées sur différents types de scénarios (Génécór, 2001d). Le tableau 3.6 présente les résultats de l'une de ces études réalisées pour la Communauté Urbaine de Québec (CUQ) dans le cadre d'un mandat visant à réviser les débits réservés des municipalités raccordées au réseau d'égout de la CUQ (Piette et al., 1993). Ce rapport de la CUQ a été produit à partir de

données datant de 1989 et utilise des projections démographiques jusqu'en 2011. Ces prévisions concernent chacune des municipalités formant le territoire de la CUQ. Quoique intéressantes, ces projections doivent dorénavant être vues comme des projections à court terme. Toutefois, elles montrent une stagnation globale de l'évolution démographique, voire une décroissance (croissance globale comprise entre – 6.5 % et 15 %, entre 2001 et 2011).

Tableau 3.6 Projection des populations des municipalités selon l'étude de la CUQ (Piette et al., 1993)

Villes	Population actuelle ¹ 2001	PROJECTION DE POPULATION			
		Population 2001		Population 2011	
		Faible	Fort	Faible	Fort
Beauport	74 000	76 847	94 296	72 824	105 389
Cap-Rouge	13 700	13 142	13 866	13 652	14 220
Charlesbourg	70 000	75 738	88 346	73 436	96 451
Lac-Saint-Charles	7 800	8 855	9 277	10 024	10 442
L'Ancienne-Lorette	16 242	15 602	17 921	15 174	19 276
Loretteville	14 850	15 491	16 464	14 780	16 379
Québec	169 125	160 245	17 4375	151 999	176 053
Saint-Augustin	10 750	12 799	13 113	14 493	15 097
Saint-Émile	11 000	7 596	9 255	7 506	10 637
Sainte-Foy	74 500	69 122	75 863	65 752	77 332
Sillery	11 320	11 823	12 725	11 136	12 609
Val-Bélair	21 000	16 582	20 202	15 943	22 596
Vanier	11 320	8 817	9 284	8 024	8 753
Total	507 608	492 659	554 987	474 743	585 234

¹ Source : *Répertoire des municipalités, MAMM (2001)*

Les résultats obtenus par Génécour confirment cette tendance (Génécour, 2001a). Ces derniers montrent clairement qu'à l'échelle des 40 années à venir, il faut escompter une décroissance de la population de l'ordre de 5 % ou à tout le moins une quasi-stagnation de cette population dans le meilleur des cas. Selon cette même étude, la population sera maximale en 2020 et se chiffrera alors à 529 000 personnes.

Le potentiel d'expansion du réseau a été estimé simplement sur la base du territoire actuellement couvert par le réseau existant et le territoire de la municipalité. Cette estimation, il est important de le souligner, demeure qualitative. Le tableau 3.7 en donne un aperçu. Le développement économique et différents enjeux (étalement urbain, démographie, etc.) favoriseront ou non la réalisation de ce potentiel d'expansion.

Tableau 3.7 Potentiel d'expansion des réseaux d'approvisionnement en eau potable

Municipalités	Nombre de réseaux ¹	Longueur ¹ (km)	Potentiel d'expansion ²
Québec	1	644	Moyen
Beauport	2	370	Moyen
Sainte-Foy	1	389	Élevé
Charlesbourg	2	320	Moyen
Vanier	1	47	Très faible
Sillery	1	84	Très faible
Ancienne-Lorette	1	77	Faible
Val-Bélair	1	115	Élevé
Saint-Émile	3	52,5	Moyen
Loretteville	1	78	Faible
Lac-Saint-Charles	1	33	Faible
Cap-Rouge	1	69	Très faible
Saint-Augustin	2	107	Élevé

¹Source : Groupe de travail Eau potable (2001)

²Source : Rencontres avec les gestionnaires des municipalités

Les gestionnaires de réseau ont aussi été interrogés au sujet de leur prévision sur la croissance de la demande en eau potable dans leurs municipalités. L'avis quasi unanime à ce sujet est à l'effet que les prochaines années verront une stagnation de la population et de la demande en eau potable. Cette tendance est déjà observée dans la plupart des municipalités, même celles qui ont pu connaître des croissances importantes au cours des dernières années. Il va sans dire cependant que cette évaluation repose sur l'hypothèse que les volumes perdus par les fuites en réseau demeureront ce qu'ils sont aujourd'hui.

3.1.4 Compteurs d'eau

La situation quant aux compteurs d'eau diffère considérablement d'une municipalité à l'autre. Une description plus précise de la situation propre à chaque municipalité est présentée dans ce qui suit.

Sainte-Foy, Cap-Rouge et Saint-Augustin

Ces trois municipalités possèdent des compteurs d'eau sur l'ensemble de leur territoire. Les villes de Sainte-Foy et Cap-Rouge font un relevé annuel de leurs compteurs et effectuent un bilan des volumes consommés, ce qui leur permet d'estimer les volumes perdus en fuite (voir section 3.1.5.3). Quant à Saint-Augustin, bien que les résidents soient facturés, aucun bilan des volumes consommés n'est disponible. À noter que le campus Notre-Dame-de-Foy n'est pas facturé même s'il est doté d'un compteur.

Québec

La Ville de Québec compte environ 1500 compteurs d'eau sur son territoire. Ces compteurs se trouvent tant chez les consommateurs des secteurs industriel, commercial qu'institutionnel. L'installation de ces compteurs s'effectue sur la base du diamètre de la conduite alimentant l'édifice qui doit être supérieur à 38 mm. Cependant, seuls les 200 plus gros consommateurs sont facturés, dont aucun n'appartient au secteur institutionnel.

Beauport

Beauport a installé 150 compteurs d'eau sur son territoire pour les utilisateurs industriels et commerciaux. Un compteur est installé lorsque le volume annuel consommé est supérieur à 500 m³. Aucun compteur n'a été installé chez les consommateurs institutionnels.

Charlesbourg

Tous les commerces et les industries dont la consommation moyenne est supérieure à celle d'une résidence sont pourvus de compteur d'eau. Le nombre total de compteurs installé depuis 1993 est de 240 (Génécor, 2001b). Seuls quelques utilisateurs de type institutionnel sont actuellement dotés de compteurs d'eau.

Sillery

La Ville de Sillery possède environ 85 compteurs d'eau sur son territoire. Ces compteurs sont installés chez les principaux consommateurs de types commercial et institutionnel, la consommation de type industriel étant à toute fin utile inexistante. Il est à noter que la Ville dessert l'Université Laval et qu'un compteur mesure les volumes acheminés vers cette institution.

Vanier

Les utilisateurs des secteurs industriel, commercial et institutionnel sont pourvus de compteurs d'eau. Cette municipalité se caractérise par une présence importante de consommateurs de types commercial et industriel.

Ancienne-Lorette

La plupart des édifices commerciaux de la municipalité sont dotés de compteurs. On compte un total de 146 compteurs. Les édifices du secteur institutionnel ne sont pas pourvus de compteurs. On note la présence de trois écoles primaires et d'une école secondaire.

Saint-Émile, Lac-Saint-Charles et Val-Bélair

Ces municipalités ne disposent d'aucun ou de très peu de compteurs sur leur territoire. Ainsi, à Val-Bélair, une seule industrie (entreprise alimentaire) possède un compteur d'eau. Quant à Lac-Saint-Charles et Saint-Émile, aucun compteur d'eau n'a été installé sur leur territoire

Loretteville

La municipalité a installé environ 17 compteurs sur son territoire pour ses consommateurs des secteurs industriel et commercial. Les institutions ne sont pas dotées de compteur. Sur le territoire de la Ville, on retrouve une polyvalente, cinq écoles primaires, un CHSLD et un hôpital.

3.1.5 Bilan de la consommation d'eau

Le bilan entre le débit distribué et les débits consommés par les différents types d'utilisateurs et les pertes en réseau s'établit comme suit (Réseau environnement, 2000) :

$$Q_{dis} = Q_{res} + Q_{ins} + Q_{ind} + Q_{com} + Q_{mun} + Q_{fui} \quad (3.1)$$

où :

- Q_{dis} : débit total distribué
- Q_{res} : débit total consommé par le secteur résidentiel
- Q_{ins} : débit total consommé par le secteur institutionnel
- Q_{ind} : débit total consommé par le secteur industriel
- Q_{com} : débit total consommé par le secteur commercial
- Q_{mun} : débit total pour les usages municipaux
- Q_{fui} : débit perdu par les fuites en réseau

L'établissement d'un tel bilan est utile pour plusieurs raisons. D'abord, il permet de distinguer les volumes consommés selon les différents types d'utilisateurs et d'éventuellement orienter les programmes d'intervention en matière de rationalisation de l'utilisation de l'eau potable. De plus, un tel bilan peut permettre une estimation des volumes perdus par les fuites et montrer ainsi la nécessité de la mise en place d'un programme de remplacement et de réhabilitation du réseau. Une réduction ou une rationalisation de la production d'eau potable passe donc nécessairement par l'établissement d'un tel bilan.

Les débits institutionnels, industriels et commerciaux sont souvent regroupés en un seul débit appelé débit ICI (Industries-Commerces-Institutions). Cette distinction entre les débits ICI, résidentiels et perdus par les fuites est aussi importante lorsque l'on désire estimer le débit moyen consommé par résident par jour. En effet, il faut voir que lorsque le débit distribué est divisé par le nombre de résidents, le nombre obtenu inclut les débits ICI et les débits perdus par les fuites. Une comparaison de ces débits moyens distribués par résident entre les municipalités demeure délicate puisque la proportion de débits ICI peut varier considérablement d'une municipalité à l'autre de même que les volumes perdus par les fuites en réseau.

Compte tenu de l'importance de l'établissement d'un tel bilan, la méthodologie complète d'estimation des différents termes de ce bilan est présentée dans ce qui suit. Il importe de mentionner que ces estimations reposent sur certaines hypothèses et certaines valeurs de référence. La cohérence des résultats obtenus en utilisant différentes méthodologies d'estimation sera examinée afin d'en arriver à une estimation vraisemblable des taux de fuites pour chacune des municipalités.

3.1.5.1 Estimation des volumes ICI

La section 3.1.4 nous a clairement montré que la situation des différentes municipalités en matière de compteurs et de comptabilisation des volumes consommés par les différents secteurs est très variable. La première difficulté consiste donc à estimer les volumes de types non résidentiel. Les paragraphes suivants décrivent la situation pour

chacune des municipalités et expliquent comment ont été estimés les volumes ICI dans chaque cas.

Sainte-Foy et Cap-Rouge

Ces Villes procèdent à une comptabilisation des volumes mesurés à tous les compteurs d'eau. Sainte-Foy procède à une analyse détaillée de ces relevés, ce qui lui permet d'estimer les volumes consommés par les différents types d'usagers. Ainsi, la consommation de type ICI est estimée à 28,7 % du volume distribué se répartissant comme suit : 17,4 % pour les commerces et l'aéroport, 1,3 % pour les industries, 10,0 % pour les institutions et l'Hôtel de Ville. Par ailleurs, le volume servant aux usages publics a été estimé à 4,3 % (Ville de Sainte-Foy, 1998).

La situation à Cap-Rouge est quelque peu différente. Bien que cette municipalité dispose de compteurs chez tous ses usagers, le bilan effectué ne fait pas de distinction entre les usages résidentiels et autres. Une étude antérieure avait permis d'estimer à 5 % du volume distribué le volume consommé par les usagers ICI.

Saint-Augustin

La Ville de Saint-Augustin a installé des compteurs chez tous ses usagers. Cependant, aucun bilan n'est effectué. La comptabilisation des volumes d'eau se fait en fonction des deux sources d'approvisionnement : Sainte-Foy et Cap-Rouge (voir section 3.1). Ainsi, 62,1 % de l'approvisionnement se fait à partir de la station de Sainte-Foy et 37,9 % par les stations de Cap-Rouge. En affectant les répartitions suivantes estimées par le gestionnaire, à savoir 55 % de consommation industrielle et 45 % de consommation résidentielle pour la station Sainte-Foy, et 15 % de consommation institutionnelle et commerciale et 85 % résidentielle pour les stations de Cap-Rouge, on obtient que environ 40 % des volumes consommés le sont par le secteur ICI alors que le secteur résidentiel compte pour 60 % des volumes consommés.

Beauport

Pour l'année 2000, la consommation ICI calculée aux compteurs est de 785 573 m³/an (2 152 m³/j) soit environ 7 % du volume total distribué. Ce volume couvre, de l'avis du gestionnaire, la quasi-totalité de la consommation non résidentielle à Beauport. Ce volume n'inclut toutefois pas le secteur institutionnel.

Québec

Le total des volumes facturés en 1997 s'élève à 6,6 Mm³ pour un volume total distribué de 47,1 Mm³. Le volume facturé représente donc 14 % du volume distribué. Une comptabilité des volumes mesurés aux autres compteurs combinés à un calcul des volumes non mesurés sur la base de volumes moyens de consommation selon le type d'utilisateurs a permis d'estimer la consommation des secteurs ICI non facturés à environ 20,0 Mm³ (42,5 % du volume distribué). Le total de ces deux consommations donne 26,6 Mm³ (72 877 m³/jour) ce qui représente 56,5 % du volume distribué. Ce dernier volume est utilisé pour représenter la consommation totale de type ICI à Québec.

Charlesbourg

La comptabilisation des volumes consommés par les industries et les commerces au cours des années 1997 à 1999 a montré que le débit journalier moyen pour cette période est de 2928 m³/jour, la valeur enregistrée en 1999 étant de 2863 m³/jour (Génécor, 2001b). Ce volume représente environ 10 % du volume distribué. Ce volume inclut les plus importants consommateurs de types industriel et commercial mais pas les consommateurs de type institutionnel. Aucune estimation de la consommation totale associée à ce secteur n'est actuellement disponible. Il est important de noter que les consommations du Jardin zoologique et du Centre de détention de Québec sont incluses dans ce volume.

Vanier

La Ville de Vanier se caractérise par une présence importante du secteur industriel sur son territoire. Le volume mesuré au compteur pour ce secteur et le secteur commercial est de 585 000 m³ (1 603 m³/jour) en 2000 soit 24 % du volume distribué. Ce volume représente la totalité de la consommation de ces secteurs d'activités. Bien que le secteur institutionnel soit doté de compteur, il n'a pas été possible d'obtenir la consommation totale de ce secteur. Quant au secteur résidentiel, il est très important de noter qu'il est constitué à 57 % d'appartements et à 43 % de résidences unifamiliales.

Sillery

Un bilan de l'eau mesuré à ces compteurs pour l'année 1998 montre une consommation totale annuelle d'environ 350 000 m³ (959 m³/jour). Ce volume représente 7,2 % du volume distribué. Il est intéressant de noter que le secteur institutionnel est très présent à Sillery. Ainsi, les deux plus importants consommateurs non résidentiels, excluant l'Université Laval, sont la Régie de l'Assurance maladie et le Collège Jésus-Marie. Au volume précédent, il faut toutefois ajouter le volume que Sillery livre à l'Université Laval, soit environ 1,17 Mm³ (3 205 m³/jour) en moyenne pour les années 1999-2000. L'ajout de ce volume au volume comptabilisé aux compteurs donne un total de 4 164 m³/jour soit 31,6 % du volume distribué. Ce volume représente la partie ICI de la consommation à Sillery.

Ancienne-Lorette

Le volume total mesuré au compteur pour l'année 2000 a été de 215 078 m³ (589 m³/jour). Il représente la grande majorité de la consommation de type ICI. Les volumes de type institutionnel ne sont cependant pas inclus.

Loretteville

Pour l'année 2000, le volume total mesuré au compteur est de 58 615 m³ (161 m³/jour) soit environ 3 % du volume distribué. Pour le gestionnaire, ce volume est très représentatif de la consommation ICI de la Ville. La consommation de type institutionnel n'est pas comptabilisée.

Saint-Émile, Lac-St-Charles et Val-Bélair

Aucun grand consommateur d'eau n'a été identifié dans les secteurs ICI pour ces municipalités. À Val-Bélair, le volume annuel d'eau consommé par la seule entreprise pourvue d'un compteur d'eau se situe à environ 68 m³/jour (près de 1 % du volume distribué). Les consommations autres que résidentielles sont de type commercial et institutionnel (une polyvalente, plusieurs écoles primaires). Le rapport entre le volume ICI et le volume total consommé (ICI + résidentiel) a été estimé à 10 % par le gestionnaire de cette municipalité. C'est dire que des volumes consommés, le volume résidentiel représente 90 % et le volume ICI 10 %. Pour les municipalités de Lac-Saint-Charles et Saint-Émile, ces mêmes rapports ont été établis à 95 % pour le résidentiel et 5 % pour le volume ICI.

Le tableau 3.8 présente un résumé des volumes annuels et des pourcentages que représente la consommation ICI pour les différentes municipalités.

Tableau 3.8 Volumes consommés par le secteur ICI dans chaque municipalité

Municipalités	Volume ICI (m ³ /jour)	Pourcentage	Méthode d'estimation et commentaires
Québec	72 877	56,5 ¹	Compteurs et estimation antérieure des consommations selon les types d'utilisateurs sur le territoire.
Sainte-Foy	12 140	29 ¹	Compteurs.
Cap-Rouge	190	5 ²	Estimation antérieure sur la base des mesures au compteur.
Beauport	2 152	7 ¹	Compteurs. Consommation institutionnelle non incluse.
Charlesbourg	2 928	10 ¹	Compteurs. Consommation institutionnelle non incluse
Vanier	1 603	24 ¹	Compteurs. Consommation institutionnelle non incluse
Sillery	4 164	33 ¹	Compteurs.
Ancienne-Lorette	589	8 ¹	Compteurs. Consommation institutionnelle non incluse.
Loretteville	161	3 ¹	Compteurs. Consommation institutionnelle non incluse.
Saint-Émile	-	5 ²	Estimation
Lac-St-Charles	-	5 ²	Estimation
Val-Bélair	-	10 ²	Estimation
Saint-Augustin	-	40 ²	Estimation

¹ Par rapport au volume total distribué

² Par rapport au volume total consommé

3.1.5.2 Estimation des volumes pour les usages municipaux

Chaque municipalité utilise une partie des volumes distribués afin de nettoyer les rues, arroser les espaces verts, rincer et purger le réseau, combattre les incendies, etc. Ces volumes sont dits à usage municipal ou à usage public. S'il est difficile d'établir une comptabilité des volumes consommés par les autres usagers, il est encore plus difficile de comptabiliser ce type d'usage. La Ville de Sainte-Foy, dans son rapport de 1998 (Ville de Sainte-Foy, 1998) a estimé ce volume à 4,3 % du volume distribué. Gécéc (2001b), citant le rapport de Argus (1995) pour la municipalité de Charlesbourg, utilise pour sa part une valeur de 3,5 % du volume distribué. Une valeur de 3,5 % est utilisée dans ce qui suit.

3.1.5.3 Relation entre volumes résidentiels et volumes perdus par les fuites

La section précédente nous a permis d'estimer les volumes ICI consommés dans chaque municipalité sur la base des informations disponibles. L'équation du bilan (éq. 3.1) peut s'écrire sous la forme :

$$Q_{fui} = Q_{dis} - Q_{ICI} - Q_{res} - Q_{mun} \quad (3.2)$$

où :

Q_{ICI} : débit total consommé par le secteur ICI (industries, commerces et institutions)

Une estimation des valeurs de Q_{dis} , Q_{mun} et Q_{ICI} est disponible pour chaque municipalité. En revanche, les valeurs des consommations résidentielles et des volumes perdus par les fuites sont inconnues. Plutôt que de fixer une valeur de la consommation résidentielle et de vérifier la valeur correspondante des débits de fuite, l'équation 3.2 a été considérée afin d'établir la relation entre le taux de fuite et les volumes résidentiels et de permettre une comparaison directe entre les municipalités. Le graphique de la figure 3.8 présente donc la relation entre le débit de fuite, exprimée en pourcentage du débit distribué, et la consommation résidentielle moyenne par habitant exprimée en l/jour-personne. Les deux points associés aux municipalités de Sainte-Foy et Cap-Rouge sont aussi présentés. Afin de bien comprendre ces courbes, à titre d'exemple, si l'on suppose une consommation résidentielle de 300 l/jour-personne à Sillery (abscisse du graphique) alors le bilan en eau potable nous indique que le pourcentage de fuite correspondant serait d'environ 35 % (ordonnée du graphique). De la même façon, si l'on suppose une consommation résidentielle plus élevée de l'ordre de 350 l/jour-personne alors le taux de fuite correspondant diminuera pour atteindre 30 %. Une telle approche permet sur la base d'une estimation des fourchettes vraisemblables de valeurs de consommation résidentielle d'estimer les fourchettes correspondantes pour les taux de fuite.

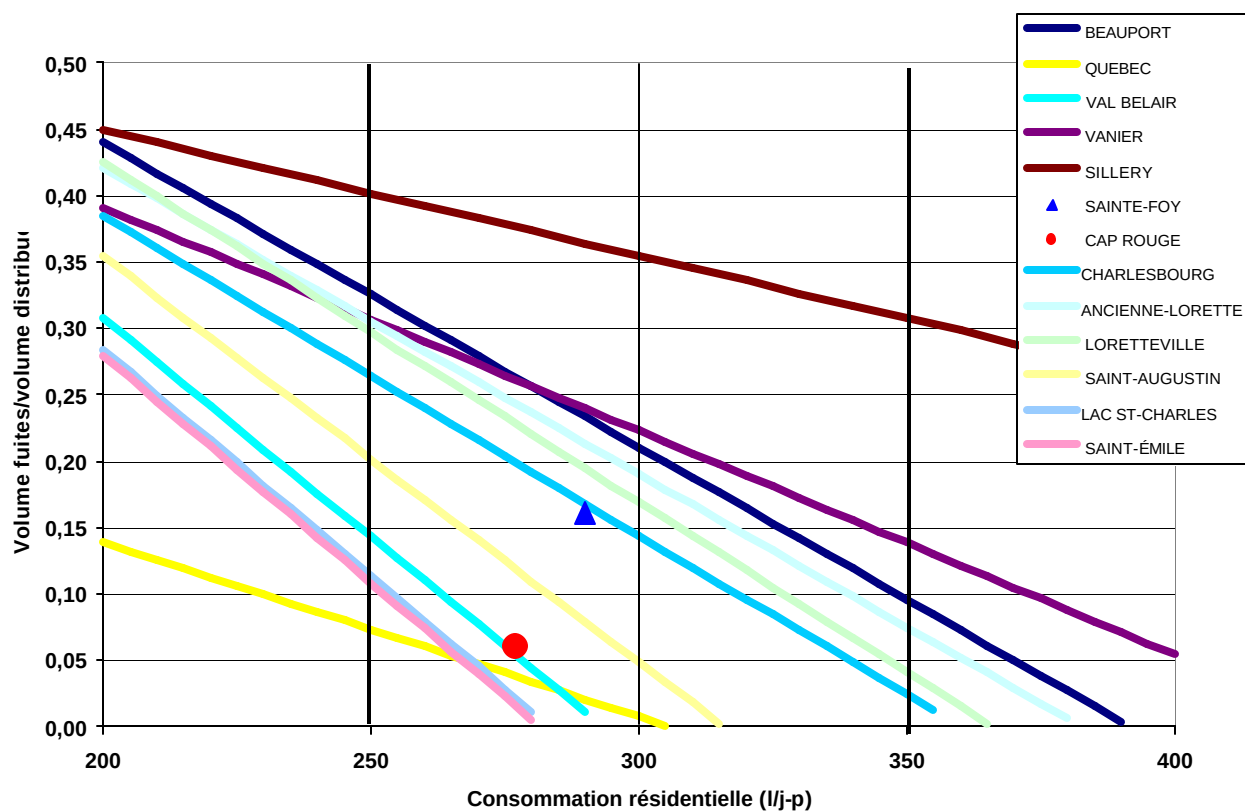


Figure 3.8 Relation entre le volume de fuite en fonction de la consommation résidentielle pour les différentes municipalités

Bien que le volume résidentiel consommé dans chaque municipalité ne soit pas connu, les valeurs de Sainte-Foy et de Cap-Rouge peuvent, dans une certaine mesure, servir de référence. Ces valeurs sont de 290 l/jour/personne pour Sainte-Foy et de 277 l/jour-personne pour Cap-Rouge. Dans son étude pour la Ville de Charlesbourg, Génécor (2001b) rapporte une valeur de 317 l/jour-personne et l'étude de Argus (1995) une valeur de 289 l/jour-personne pour la période 1989 -1993 toujours à Charlesbourg. Évidemment, la consommation résidentielle d'une ville donnée dépendra de nombreux facteurs dont, par exemple, le type d'habitations (nombre de maisons unifamiliales, de logements, etc.) et le nombre de piscines, le nombre de résidents par habitation, etc. Il semble toutefois tout à fait raisonnable, à la vue du graphique de la figure 3.8, de considérer des valeurs comprises dans la gamme de 200 l/jour-personne à 300 l/jour-personne. L'estimation des fourchettes de valeurs retenues pour les pourcentages de fuite et les consommations résidentielles est présentée à la section 3.1.5.4.

Des valeurs de référence sont aussi disponibles en ce qui concerne les valeurs minimales de taux de fuites en réseau. La valeur minimale proposée dans le document de Réseau environnement (2000) est de 5 m³/km-jour et les valeurs souhaitables de 10 à 15 m³/km-jour. Ces valeurs sont exprimées par kilomètre traduisant ainsi l'idée que le volume total de fuite est proportionnel à la longueur du réseau. Si l'on applique ce taux minimal de fuite et les taux correspondant à la zone souhaitable à chacune des municipalités, on obtient les valeurs présentées au tableau 3.9.

Tableau 3.9 Pourcentages de fuites calculés selon les paramètres de Réseau environnement (2000)

Municipalité	Pourcentage de fuite pour un taux de :		
	5 m ³ /km-jour	10 m ³ /km-jour	de 15 m ³ /km-jour
Saint-Augustin	8,8	17,6	26,4
Val-Bélair	8,1	16,2	24,3
Cap-Rouge	8,4	16,8	25,2
Beauport	5,8	11,6	17,3
Loretteville	3,9	7,8	11,6
Sainte-Foy	4,6	9,2	13,8
Charlesbourg	5,5	10,9	16,4
Québec	2,5	5,0	7,5
Vanier	3,5	7,0	10,5
Saint-Émile	7,8	15,5	23,3
Sillery	3,2	6,4	9,6
Ancienne-Lorette	5,5	10,9	16,4
Lac-Saint-Charles	6,8	13,7	20,5

Ces valeurs correspondent aux pourcentages que les volumes perdus en fuite représenteraient par rapport aux volumes actuellement distribués dans l'hypothèse où, par exemple, un taux minimal de 5 m³/km-jour serait appliqué. Ce genre d'approche défavorise nettement les municipalités les plus densément peuplées. Ainsi, le pourcentage de fuite minimal le plus bas se retrouve à Québec et le plus élevé à Saint-Augustin. Il est intéressant de noter que le volume de fuite estimé pour Cap-Rouge se situe en deçà de la valeur minimale et correspond à un taux de 3,6 m³/km-jour. Enfin, il faut noter que la valeur de 5 m³/km-jour a été proposée en 1987 et pourrait être réduite

compte tenu des technologies récentes de détection de fuite (Réseau environnement, 1999). Il va sans dire que la performance de Cap-Rouge est remarquable.

3.1.5.4 Estimation des débits résidentiels et des fuites à partir des débits de nuit et des débits moyens journaliers

Les débits de nuit constituent une donnée intéressante pour l'estimation des volumes d'eau perdus en fuite. Cette donnée correspond au débit minimum typique distribué en réseau pendant la période de la nuit où les consommations de types ICI et résidentielle sont supposées minimales. Par « typique », il est évidemment entendu que ces débits ne doivent être que ceux de la période estivale ou du mois de mai où l'on sait que plusieurs résidents emplissent leur piscine ou arrosent leur pelouse, ou encore ceux de la période hivernale où plusieurs usagers laissent les robinets ouverts afin d'éviter le gel des conduites d'eau. Le tableau 3.10 présente les valeurs des débits de nuit pour chacune des municipalités de la nouvelle Ville de Québec.

Tableau 3.10 Débits de nuit des différentes municipalités

Municipalités	Débit de nuit (m³/h)
Saint-Augustin	81
Saint-Émile	non disponible
Québec	5 000
Lac-Saint-Charles	non disponible
Val-Bélair	105
Cap-Rouge	30
Ancienne-Lorette	75
Vanier	non disponible
Beauport	594
Loretteville	55
Sillery ¹	320
Sainte-Foy	695
Charlesbourg	500

¹. Ce débit inclut le débit de nuit de l'Université Laval estimé à 55 m³/h.

La méthode proposée par Réseau environnement (2000) pour estimer les fuites à partir des débits de nuit suppose que l'on connaisse le débit ICI nocturne. À partir de ces deux valeurs, débit minimum de nuit et débit de consommation nocturne ICI, la méthode propose d'attribuer une valeur de 59 l/jour-personne pour la consommation de type résidentiel. Toutefois, dans le cas présent, nous ne disposons d'aucune donnée sur les consommations nocturnes de type ICI. Une autre approche est cependant possible (Génécor, 2000b). Les bilans de l'eau potable sur une base journalière et pour la période nocturne s'écrivent :

$$\begin{aligned} Q_{dis}^n &= Q_{ICI}^n + Q_{res}^n + Q_{fui} \\ Q_{dis} &= Q_{ICI} + Q_{res} + Q_{mun} + Q_{fui} \end{aligned} \quad (3.3)$$

où :

Q_{dis}^n : débit moyen distribué de nuit

Q_{ICI}^n : débit moyen consommé de nuit par les usagers ICI

Q_{res}^n : débit moyen consommé de nuit par le secteur résidentiel

On suppose que la consommation nocturne de type municipal est négligeable. Deux hypothèses supplémentaires sont formulées concernant le rapport entre les consommations nocturnes et moyennes journalières de types ICI et résidentielles à savoir :

$$\begin{aligned} Q_{res}^n &= 0,15 Q_{res} \\ Q_{ICI}^n &= 0,40 Q_{ICI} \end{aligned} \quad (3.4)$$

Ces deux dernières équations nous permettent de résoudre le système 3.3 et l'on obtient :

$$Q_{res} = \frac{Q_{dis} - Q_{dis}^n - 0,6 Q_{ICI} - Q_{mun}}{0,85}$$

$$Q_{fui} = \frac{0,15 Q_{mun} + Q_{dis}^n - 0,15 Q_{dis} - 0,25 Q_{ICI}}{0,85} \quad (3.5)$$

Les deux équations précédentes permettent d'estimer les débits résidentiels et les débits associés aux fuites. Ce type d'approche a été utilisé par Génécot dans son étude pour la Ville de Charlesbourg (Génécot, 2001b). Le tableau 3.11 présente l'ensemble des résultats pour les municipalités de la nouvelle Ville de Québec. Une analyse de ces résultats est présentée dans les paragraphes qui suivent. Les gammes de valeurs retenues pour les pourcentages de volumes de fuite et les consommations résidentielles intègrent les résultats présentés au tableau 3.11 et les données de la figure 3.8.

Tableau 3.11 Estimation des débits résidentiels et de fuites (équations 3.5)

Municipalités	Q_{res} (l/jour-per)	$\frac{Q_{res}}{Q_{dis}} \times 100$	Q_{fui} (m ³ /jour)	$\frac{Q_{fui}}{Q_{dis}} \times 100$
Saint-Augustin	278	51	710	12
Val-Bélair	226	67	1 609	23
Cap-Rouge	259	86	199	6
Beauport	248	61	9 385	29
Loretteville	331	85	518	9
Sainte-Foy	266	47,5	8 812	21
Charlesbourg	286	67	4 901	17
Sillery	239	29.5	5 546	57
Ancienne-Lorette	337	78	744	11

Québec

L'analyse utilisant l'équation 3.5 n'a pu être réalisée pour Québec puisque, comme le montre le tableau 3.10, les débits de nuit sont très importants ($120\,000\text{ m}^3/\text{jour}$ pour le débit de nuit comparativement à $129\,000\text{ m}^3/\text{jour}$ pour le débit journalier moyen) et ne sont pas un reflet de la consommation nocturne. En effet, l'alimentation du réservoir des Plaines s'effectuant en continue, une bonne partie de la production de nuit sert à recréer le stock de ce réservoir. La production de jour sert à répondre à la demande et l'alimentation de certains secteurs s'effectue depuis le réservoir dont le niveau s'abaisse. Une estimation du débit de nuit s'avère donc difficile.

Le graphique de la figure 3.8 montre toutefois que le débit de fuite à Québec est certainement de l'ordre de 8 à 15 % en supposant une consommation résidentielle moyenne comprise entre 210 et 265 l/jour-personne.

Sainte-Foy

Il est intéressant d'abord de comparer les valeurs estimées au tableau 3.11 avec les valeurs mesurées. Ainsi, la consommation résidentielle calculée à partir des mesures est de l'ordre de 290 l/jour-personne alors que la valeur estimée à partir des équations 3.3 à 3.5 est de 266 l/jour-personne. Pour les pourcentages de fuite, le bilan aux compteurs donne 16 % alors que l'estimation sur la base du bilan (équations 3.5), est de 21 %. Ces résultats démontrent la justesse de la méthodologie utilisée. Le taux de fuite retenu est de 16 % calculé sur la base du bilan sur les compteurs.

Cap-Rouge

Le pourcentage de fuite estimé à l'aide des équations 3.5 est similaire au pourcentage calculé à partir du bilan effectué à partir des mesures aux compteurs, soit environ 6 %. Il est important de souligner qu'un tel taux de fuite est remarquable. Le débit résidentiel estimé est de 259 l/jour-personne comparativement à une valeur de 277 l/jour-personne. Encore une fois, on observe un écart acceptable entre les valeurs estimées à partir des mesures et celles du tableau 3.11.

Saint-Augustin

Le pourcentage de fuite estimé à partir des équations 3.5 est de 12 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 278 l/jour-personne. La plage de valeurs retenues pour le pourcentage de fuite à Saint-Augustin est de 8 à 18 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 255 à 290 l/jour-personne.

Val-Bélair

Le pourcentage de fuite estimé à partir des équations 3.5 pour Val-Bélair se situe à 24 % pour une consommation résidentielle relativement faible de l'ordre de 227 l/jour-personne. Par ailleurs, si nous utilisons la valeur proposée de 59 l/jour-personne pour le débit de nuit et supposons que les contributions majeures de type ICI sont négligeables, un pourcentage de fuite de 17 % est obtenu. Le débit de nuit est donc relativement élevé et semble quelque peu incohérent avec les débits moyens journaliers utilisés. Le faible débit résidentiel calculé pourrait résulter d'une surestimation des volumes ICI dans cette municipalité qui ont été fixés à 10 % des volumes consommés. La plage de valeurs retenues pour le pourcentage de fuite à Val-Bélair est de 10 à 20 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 235 à 265 l/jour-personne.

Beauport

Le pourcentage de fuite estimé à partir des équations 3.5 est de 29 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 248 l/jour-personne. De ce fait, la plage de valeurs retenues pour le pourcentage de fuite à Beauport est de 22 à 32 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 255 à 295 l/jour-personne. Un calcul effectué par le gestionnaire lui avait permis d'obtenir des valeurs de pourcentage de fuite similaires (Ville de Beauport, 2000).

Loretteville

Le pourcentage de fuite estimé à partir des équations 3.5 pour cette municipalité est de 9 % pour une consommation résidentielle de 331 l/jour-personne. Le débit de nuit enregistré dans cette municipalité est relativement bas. En effet, si l'on considère par exemple un débit résidentiel nocturne de 30 l/jour-personne, soit la moitié de la valeur recommandée de 59 l/jour-personne (Réseau environnement, 2000), et que l'on suppose une consommation ICI nulle, on obtient un pourcentage de fuite de 15 %. La plage de valeurs retenues pour le pourcentage de fuite à Loretteville se situe donc entre 10 à 20 % pour une consommation résidentielle de l'ordre de 285 à 320 l/jour-personne. Cette consommation résidentielle élevée provient sans doute du fait que le secteur institutionnel n'a pas été comptabilisé dans le secteur ICI et qu'il se retrouve donc inclus dans cette valeur.

Charlesbourg

Le pourcentage de fuite estimé à partir des équations 3.5 est de 17 % pour une consommation résidentielle de 286 l/jour-personne. La plage de valeurs retenues pour cette municipalité est de 10 à 20 % de fuite pour une gamme de consommation résidentielle entre 265 l/jour-personne et 305 l/jour-personne.

Sillery

Il faut noter d'abord que les débits moyens et les débits de nuit de l'Université Laval, estimés à 55 m³/h, ont été soustraits de toutes les données de Sillery. Les débits de nuit enregistrés à Sillery sont relativement élevés, ce qui explique le pourcentage de fuite estimé au tableau 3.11. La consommation résidentielle correspondante est relativement faible. Il semble donc y avoir une certaine incohérence entre les volumes moyens journaliers et les débits de nuit. Les valeurs retenues pour les fuites à Sillery se situent entre 35 à 40 % pour une consommation résidentielle entre 250 et 300 l/jour-personne. Toutefois, un tel niveau de fuite ne peut que difficilement expliquer des débits de nuit si élevés à Sillery. Cette dernière donnée suggérerait plutôt des niveaux de fuite pouvant atteindre jusqu'à 50 %. Des vannes mal fermées pourraient aussi expliquer des pertes si élevées.

De l'avis du gestionnaire de réseau, les valeurs de consommation résidentielle à Sillery pourraient être plus élevées compte tenu de la présence d'une population étudiante importante habitant les secteurs près de l'Université Laval. Cette population habite les maisons privées et n'est donc pas comptabilisée dans la population de Sillery. Par ailleurs, la municipalité, pour des raisons de maillage de réseau inadéquat et de temps de séjours importants, procède à des rinçages plus fréquents que dans les autres municipalités. Ces raisons pourraient expliquer, en partie, les volumes de fuite élevés estimés à Sillery.

Ancienne-Lorette

Le calcul à partir des équations 3.5 donne une consommation résidentielle relativement élevée de l'ordre 337 l/jour-personne pour 11 % du volume distribué perdu par les fuites en réseau. Le débit de nuit enregistré dans cette municipalité est relativement faible. En effet, si l'on suppose une consommation de nuit du secteur résidentiel de 59 l/jour-personne et une contribution nulle du secteur ICI, le volume de fuite représente 12 % du volume distribué. Il semble y avoir une certaine incohérence entre les résultats obtenus de l'analyse des débits de jour et de nuit. Considérant que le débit ICI rapporté est juste, les valeurs de fuite retenues se situent dans la fourchette de 18 à 28 % pour une consommation résidentielle comprise entre 260 et 300 l/jour-personne.

Saint-Émile

Les débits de nuit de cette municipalité n'étant pas disponibles, le calcul à partir des équations 3.5 n'a pu être effectué. Le graphique de la figure 3.8 suggère cependant que les pertes en réseau dans cette municipalité sont relativement faibles. Les valeurs retenues sont de 4 % à 11 % de fuite pour une consommation résidentielle comprise entre 250 et 270 l/jour-personne.

Lac Saint-Charles

Les débits de nuit de cette municipalité n'étant pas disponibles, le calcul à partir des équations 3.5 n'a pu être effectué. Le graphique de la figure 3.8 montre une situation tout à fait similaire à celle de Saint-Émile. Les valeurs retenues sont donc de 4 à 11 %

de fuite pour une consommation résidentielle comprise entre 250 et 270 l/jour-personne.

Vanier

Les débits de nuit de cette municipalité n'étant pas disponibles, le calcul à partir des équations 3.5 n'a pu être effectué. Les pourcentages de fuite ont donc été établis sur la base du graphique de la figure 3.8. Les valeurs retenues sont de 25 à 32 % de fuite pour une consommation résidentielle comprise entre 250 et 285 l/jour-personne. Compte tenu de la forte présence de logements dans cette municipalité, il est cependant possible que la consommation résidentielle moyenne soit inférieure à la valeur minimale proposée de 250 l/jour-personne, ce qui voudrait dire que les pourcentages de fuite se situeraient au-delà du 32 % suggéré.

Le tableau 3.12 présente les fourchettes de valeurs possibles des volumes perdus par les fuites en fonction des valeurs de référence et des valeurs maximales et minimales de la consommation résidentielle.

Tableau 3.12 Fourchette de valeurs de volumes perdus par les fuites

Municipalités	Consommation résidentielle considérée (l/jour-personne)	Volumes perdus en fuite en pourcentage du volume distribué
Sainte-Foy	290	16
Cap-Rouge	277	6
Saint-Augustin	[255, 290]	[8, 18]
Val-Bélair	[235, 265]	[10, 20]
Beauport	[255, 295]	[22, 32]
Loretteville	[285, 320]	[10, 20]
Charlesbourg	[275, 315]	[10, 20]
Québec	[215, 265]	[5, 12]
Vanier	[250, 285]	[25, 32]
Saint-Émile	[250, 270]	[4, 11]
Sillery	[250, 300]	[35, 40]
Ancienne Lorette	[260, 300]	[19, 28]
Lac-Saint-Charles	[250, 270]	[4, 11]

Bien que les fourchettes sur les pourcentages possibles de fuites soient étendues pour plusieurs municipalités, il apparaît clair cependant que les municipalités peuvent être classées en deux groupes. Un premier groupe de municipalités, dont les taux de fuites sont acceptables ou bas. Ce premier groupe comprend les municipalités de Québec, Cap-Rouge, Sainte-Foy, Saint-Émile, Lac-Saint-Charles, Val-Bélair, Loretteville, Charlesbourg et Saint-Augustin. Le pourcentage de fuite pour ces municipalités est de moins de 20 %. Le second groupe de municipalités comprend les municipalités de Vanier, Ancienne-Lorette, Beauport et Sillery. Les pourcentages de fuite pour ces municipalités sont de l'ordre de 20 % ou plus et des économies de volumes appréciables pourraient être obtenues avec la mise en place d'un programme de détection de fuite dans certains cas. Considérant qu'un pourcentage de fuite de 15 % du volume distribué serait jugé acceptable, la mise en place d'un programme de remplacement de conduites et de détection de fuite avec un tel objectif conduirait à des réductions des volumes distribués se situant entre 6100 et 13 400 m³/jour soit de l'ordre de 2 à 5 % du volume total distribué dans la nouvelle Ville.

3.2 LES SOURCES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE

Les bassins versants auxquels s'alimentent actuellement les municipalités appelées à former la nouvelle Ville sont ceux de la rivière Montmorency et de la rivière Saint-Charles. La figure 3.9 présente une carte délimitant ces différents bassins versants. A ceux-ci s'ajoute le bassin versant de la rivière Jacques-Cartier situé tout juste à l'ouest de la nouvelle Ville. En son point le plus rapproché de la nouvelle Ville, la rivière Jacques-Cartier rejoint presque la limite actuelle de la ville de Val-Bélair. Le tableau 3.13 résume les principales caractéristiques des bassins versants. Ces bassins versants font évidemment partie du vaste bassin versant du fleuve Saint-Laurent.



Figure 3.9 Localisation des principaux bassins versants de la région de Québec (MENV, 2001b)

La figure 3.10 présente un graphique de la répartition actuelle des volumes prélevés pour l'alimentation en eau potable en fonction des différentes sources d'approvisionnement. Il est à noter que ce graphique distingue le sous-bassin de la Duberger et que « Saint-Charles » désigne ici le bassin versant situé en amont de la

prise d'eau de Québec. Si l'on ajoute les volumes de ces deux sous-bassins, c'est dire que le volume prélevé au bassin versant de la rivière Saint-Charles constitue plus de 60 % du volume total prélevé pour la nouvelle Ville. Les prélèvements au bassin de la rivière Montmorency et au fleuve Saint-Laurent sont du même ordre, soit 15,3 et 18,1 % respectivement du volume total distribué. Enfin, les eaux souterraines ne représentent qu'environ 6 % du volume total prélevé.

La présente section décrit brièvement les caractéristiques de chacun de ces bassins versants et se termine par une discussion brève sur les eaux souterraines.

Tableau 3.13 Principales caractéristiques des bassins versants

Caractéristiques	Jacques-Cartier	Montmorency	Saint-Charles
Superficie (km ²)	2 515	1 152	513
Longueur rivière (km)	177	120	35
Population (pers.)	28 300	10 247	350 000
Occupation du sol (%)			
Forêt	88	80	58
Zone urbaine	1	n.-d. ¹	27
Zone agricole	4	n.-d.	12
Lacs et rivières	7	200 km de berge	3
Débit moyen (m ³ /s)	61,3	35	8,3
Débit maximal (m ³ /s)	1 130	614	93,5
Débit minimal (m ³ /s)	7,16	2,58	0,03
Années observées	73	72	7
Période d'observation	1923-1996	1924-1996	1969-1996
Superficie cultivée (%)	2,4	n.-d.	3,5
Cheptel (U.A. ² /ha)	1,1	n.-d.	1,8
Rejets d'industries	1	n.-d.	45
Population desservie			
Réseau d'égout	56,5 %	n.-d.	88,0 %
Station d'épuration	56,5 %	87 %	88,0 %

¹ n.-d. : non-disponible

² U.A. : unité animale. Une unité animale équivaut à un animal d'un poids de 500 kg qui consomme en moyenne 15 kg de matière sèche par jour (CRÉAQ, 1995)

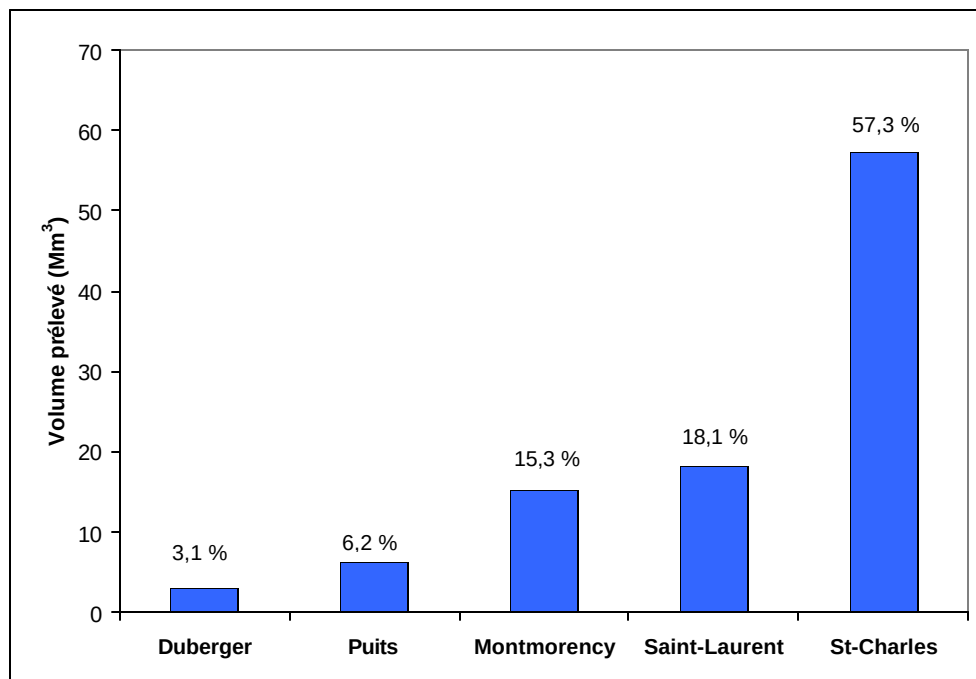


Figure 3.10 Répartition des volumes prélevés annuellement (2000) selon les sources d'approvisionnement

3.2.1 Bassin versant de la rivière Montmorency

Le bassin versant de cette rivière est d'une superficie d'environ 1 150 km² (figure 3.11). La rivière Montmorency prend sa source dans les lacs Montmorency, Alysé et Lachance, au milieu de la réserve faunique des Laurentides. Son cours d'eau est d'une longueur d'environ 120 km et est orienté du nord vers le sud (Lachance et Bérubé, 1999). Le bassin versant contient plus de 75 lacs dont le plus grand en superficie est le lac des Neiges (7,3 km²). On retrouve aussi plus de 360 cours d'eau dont les tributaires les plus importants sont la rivière des Neiges, la rivière Noire et la rivière Saint-Adolphe (CAGEB, 2001). Le milieu forestier couvre plus de 80 % de la surface du bassin versant. La réserve faunique des Laurentides couvre 43 % de la superficie totale du bassin versant et une très grande partie du territoire est destinée à l'exploitation forestière (45 % du bois est exploité). L'agriculture est très peu développée sur le bassin. La superficie du territoire habité du bassin versant représente pour sa part moins de 10 %. Le bassin versant de la rivière Montmorency est un milieu très diversifié. Il est possible d'y effectuer plusieurs activités récréo-touristiques : activités

sportives, aquatiques, nautiques, d'interprétation, archéologiques et historiques (CAGEB, 2001).

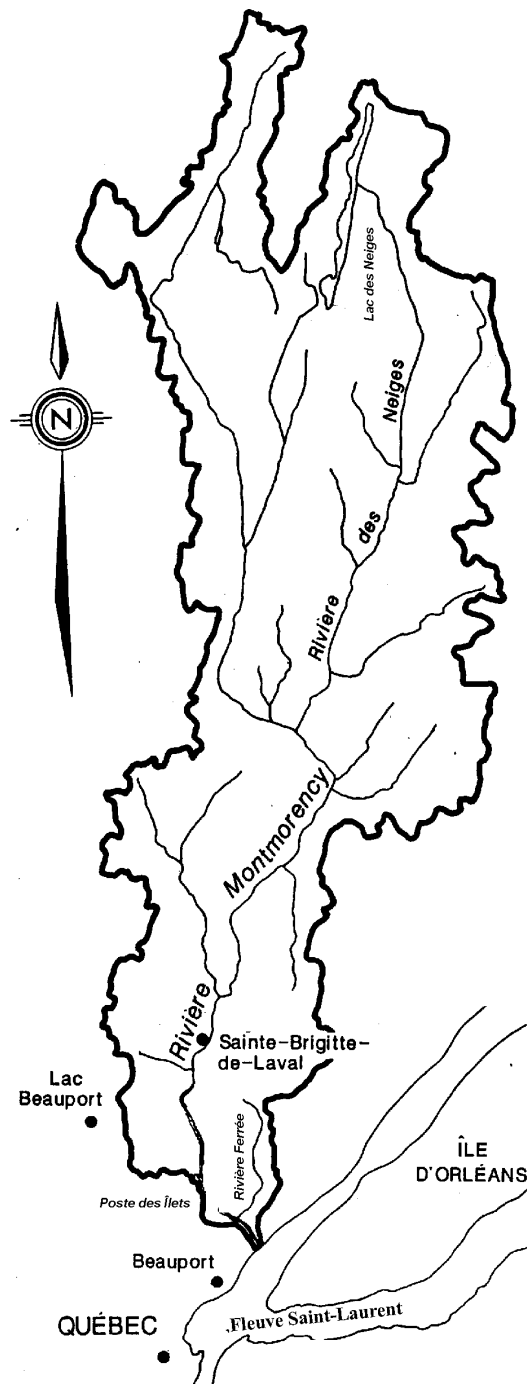


Figure 3.11 Bassin versant de la rivière Montmorency
(tiré de Boucher et Picard, 1994)

Actuellement, les municipalités de Boischatel, l'Ange-Gardien, Sainte-Brigitte-de-Laval, Charlesbourg et Beauport s'alimentent dans ce bassin versant. Selon l'AGEXE (1998), le bassin versant compte trois prises d'eau de surface servant à l'alimentation d'environ 103 000 personnes. La prise d'eau de Boischatel et Ange-Gardien se situe sur la rivière Ferrée qui est un tributaire de la rivière Montmorency. L'approvisionnement de la ville de Beauport provient de l'usine des Îlets qui puise son eau à même la rivière par l'intermédiaire de galeries de captation. Pour Charlesbourg, la prise d'eau se situe sur le territoire de Beauport. Son approvisionnement en eau potable dépend seulement en partie de la rivière Montmorency. Le tableau 3.14 présente les volumes d'eau moyens prélevés dans le bassin versant par les différents réseaux d'aqueduc. Le total de ces prélèvements est d'environ 48 550 m³/j soit 0,56 m³/sec (CAGEB, 2001).

Le débit moyen de la rivière Montmorency est de 35 m³/s et les débits maximal et minimal observés sont de 614 m³/s et 2,6 m³/s (MENV, 2001b) pour une période d'observation de 72 années. L'eau de la rivière Montmorency est considérée comme étant de bonne qualité en général.

Une seule centrale hydroélectrique est actuellement en opération. Elle se situe dans le secteur des Marches naturelles sur la rivière Montmorency (CAGEB, 2001). Elle a été en opération de 1908 à 1966 et a été remise en service en 1995. Deux emplacements, situés à moins de 2 km de l'embouchure de la rivière, ont par ailleurs déjà été exploités à des fins de production hydroélectrique.

Tableau 3.14 Volumes d'eau prélevés dans le bassin versant pour l'alimentation en eau potable (tiré de CAGEB, 2001)

Municipalités	Provenance de l'eau prélevée	Prélèvement ¹ (m ³ /j)
Sainte-Brigitte-de-Laval	Tributaire de la Montmorency (rivière Ferrée)	470
	Eau souterraine	210
Charlesbourg	Rivière Montmorency	11 200
Beauport	Rivière Montmorency	34 000
Boischatel/L'Ange-Gardien	Tributaire de la Montmorency (rivière Ferrée)	2 670

¹Données de 1999

Les inondations sont les contraintes naturelles les plus importantes dans le bassin versant de la rivière Montmorency. Les inondations dans ce bassin s'expliquent d'une part par des précipitations de pluie et de neige très importantes (plus fortes de la province) et d'autre part par la topographie et l'occupation du territoire (AGEXE, 1998). La faible capacité de rétention du bassin versant, observable par la surface totale peu importante occupée par les lacs, et les fortes pentes du bassin expliquent ce phénomène. Le temps de réponse du bassin versant est estimé à environ 12 heures dans le secteur des Îlets. Ce secteur est le plus problématique étant donné la présence de nombreuses résidences et de la station de pompage de la ville de Beauport. L'inondation des bassins de rétention du poste des Îlets peut avoir plusieurs conséquences dont la plus grave est sans doute un arrêt de l'approvisionnement et la nécessité de nettoyer les bassins (Leclerc et al., 2000).

3.2.2 Bassin versant de la rivière Saint-Charles

La rivière Saint-Charles est d'une longueur de près de 32 km et la superficie de son bassin versant est de 513 km² (figure 3.12). La prise d'eau de la ville de Québec est localisée à Château-d'Eau, à 11 km en aval du lac Saint-Charles (Hébert, 1995). Les principaux tributaires de la rivière Saint-Charles sont les rivières Jaune (83 km²), Nelson (68 km²), Lorette (65 km²) et Duberger (53 km²). Elle se jette dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de la ville de Québec. Le tableau 3.15 donne une description des caractéristiques hydrologiques des tributaires du bassin versant de la rivière Saint-Charles. Le débit estival minimal pour la rivière Saint-Charles est de 0,62 m³/s (Q 7/2) et le débit minimum annuel de 0,32 m³/s (Q 7/2) (Hébert, 1995).

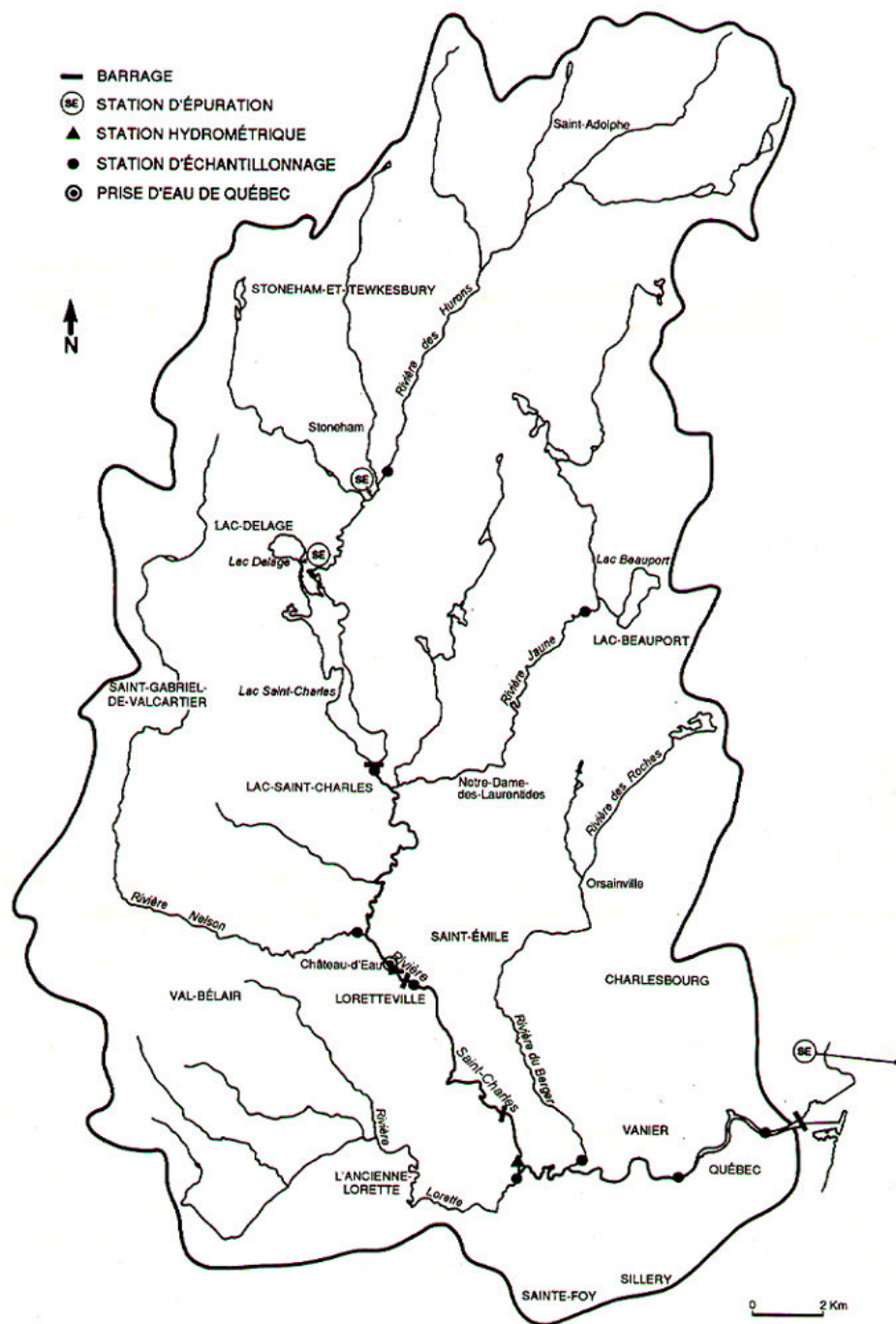


Figure 3.12 Bassin versant de la rivière Saint-Charles (Hébert, 1995)

Tableau 3.15 Caractéristiques hydrologiques du bassin versant de la rivière Saint-Charles (Hébert, 1995)

Rivières	Débit moyen (m ³ /s)	Localisation de la station débimétrique	Période d'observation
Jaune	2,55 ¹	Au pont de la rue Notre-Dame à Notre-Dame-des-Laurentides	1986-1988
Nelson	1,83 ¹	À 1,8 km de la rivière Saint-Charles	1986-1988
Saint-Charles	8,29 ²	À 0,8 km en amont de la rivière Lorette	1969-1992
Lorette	1,39 ³	Au pont de la rue des Méandres	1987-1988
Duburger	2,55 ³	À 0,9 km de la rivière Saint-Charles	1987-1988

¹ Calculé sur 8 mois seulement (avril à novembre)

² Débit annuel moyen

³ Débit moyen calculé sur 7 mois seulement (avril à octobre)

La forêt couvre 58 % de la superficie du bassin, les zones urbaines 27 %, et les superficies en culture et les terres en friche que 12 % du territoire. La population est d'environ 350 000 habitants et est concentrée dans le sud du bassin versant.

Le débit moyen de la rivière Saint-Charles est de 8,29 m³/s et les débits maximal et minimal observés sont de 93,5 m³/s et 0,03 m³/s pour une période d'observation de 27 années (MENV, 2001b). La section amont de la rivière Saint-Charles, soit de l'exutoire du lac jusqu'à la confluence de la rivière Lorette, présente une eau d'une qualité bactériologique satisfaisante, bien oxygénée, peu turbide, peu chargée de matières en suspension et de matières organiques et caractérisée par de faibles concentrations en substances nutritives. Dans sa section aval, la qualité physico-chimique et bactériologique se détériore rapidement dès que la rivière pénètre en zone urbanisée (Hébert, 1995). Depuis quelques années, une légère augmentation des concentrations en chlorure et en sodium a été observée au niveau de la prise d'eau (François Proulx, communication personnelle). Cela s'explique par l'utilisation de sels et de calcium sur les routes faisant partie du bassin versant de la Saint-Charles. La même chose a été observée pour le calcium. Toutefois, son origine semble plus être associée à la roche mère présente dans le secteur.

Il existe cinq barrages sur l'ensemble du réseau hydrographique de la rivière Saint-Charles dont quatre sont sur la portion amont de la rivière (Bourgeois et al., 1998). Il s'agit du barrage de contrôle des crues (construit en 1983) qui est en fait un seuil

aménagé sur la rivière à environ 2 km en amont de l'embouchure de la rivière Lorette. Il y a le barrage de Château d'Eau (érigé en 1953) qui permet le rehaussement du plan d'eau pour la prise d'eau de l'UTE et un seuil a été construit en aval de ce barrage afin de retarder l'écoulement des eaux (création d'un bassin de rétention). Finalement, il y a le barrage construit à l'exutoire lac Saint-Charles (reconstruit au début des années 1950) qui contrôle le niveau d'eau du lac pour assurer un débit adéquat pour l'approvisionnement en eau potable (MEF, 1995).

Compte tenu de l'importance de préserver une bonne qualité d'eau dans le lac et la rivière Saint-Charles, la Ville de Québec a mis en place au fil des ans une série de mesures afin d'identifier et de mieux contrôler les principales sources de contamination du lac et de renatualiser une partie des berges (communication personnelle de M. Michel Lagacé et Mme Louise Bruneau) . La Ville de Québec est propriétaire de 60 % des terrains situés en pourtour du lac. Ainsi, depuis 1995, la Ville s'est réappropriée ces terrains, pour la majorité localisée du côté ouest du lac, et dont elle était légalement propriétaire. Des riverains, au fil des ans, s'étaient en effet appropriés ces terrains et les avaient déboisés pour certains, aménagés pour d'autres. La Ville a donc récupéré son bien et procédé à une renaturation de ces espaces.

La qualité des eaux du lac est actuellement décrite comme bonne et est demeurée stable au cours des dernières années. Les principales sources de polluant actuellement identifiées sont le ruissellement urbain et les fosses septiques non conformes. La Ville étudie la possibilité de mettre en place des techniques alternatives de drainage urbain et des essais pilotes sont prévus à cet effet.

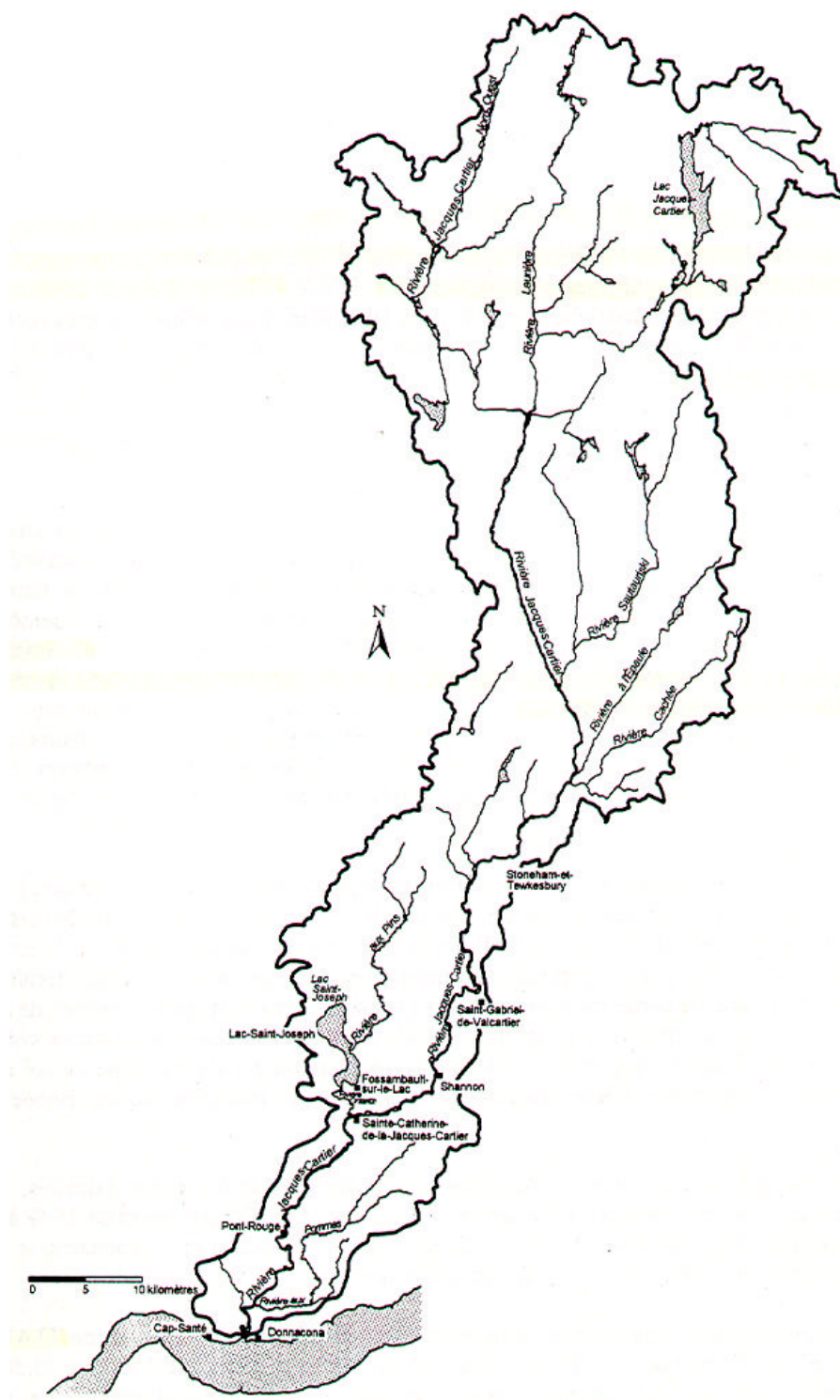
3.2.3 Bassin versant de la rivière Jacques-Cartier

Le bassin versant de rivière Jacques-Cartier est de loin le plus imposant pour ce qui est de la superficie totale, de la longueur de la rivière et des débits observés (voir figure 3.13). Dans les faits, la superficie du bassin est environ deux fois celle de la rivière Montmorency et environ cinq fois celle de la rivière Saint-Charles. D'une longueur de près de 177 km, la rivière Jacques-Cartier prend naissance sur le plateau laurentien et se déverse dans le fleuve à la hauteur de Donnacona, ce après avoir drainé un

territoire de 2 515 km² (Hébert, 1997). Les principaux tributaires de la Jacques-Cartier sont, pour la haute Jacques-Cartier, les rivières Launière, Jacques-Cartier Nord-Ouest, à l'Épaulé, Sautauriski et Cachée et pour la basse Jacques-Cartier, les rivières aux Pins, Ontaritz et aux Pommes. La forêt domine largement le bassin versant (88 %) tandis que les lacs et rivières occupent 7 % du territoire. L'agriculture quant à elle ne couvre que 4 % du territoire et les zones urbaines environ 1 %. La haute Jacques-Cartier est une région de forêts et de lacs dont la vocation est essentiellement forestière et récréative. La population permanente y est pour ainsi dire inexistante et les activités agricoles absentes. La basse Jacques-Cartier présente une utilisation du territoire plus diversifiée; la population ainsi que les activités agricoles et industrielles y sont concentrées. On y retrouve aussi le lac Saint-Joseph, endroit de villégiature très couru. La population permanente sur l'ensemble du bassin était d'environ 28 300 personnes.

La rivière Jacques-Cartier dans son ensemble présente une eau de bonne qualité bactériologique, faiblement minéralisée, bien oxygénée, peu turbide, peu chargée de matières en suspension et de matières organiques et caractérisée par une forte coloration et par de faibles concentrations en substances nutritives. Cette qualité de l'eau a rendu possible la réintroduction du saumon dans la rivière. Cette rivière à saumon est l'une des plus accessibles au Québec étant donné sa proximité des centres urbains. La rivière offre aussi un très grand potentiel récréatif pour le canot et le kayak.

Le débit moyen de la rivière Jacques-Cartier est de 61,3 m³/s et les débits maximal et minimal de 1130 m³/s et 7,16 m³/s pour une période d'observation de 73 années (MENV, 2001b). Sur le bassin, on retrouve trois barrages : barrage de Donnacona situé près de l'embouchure, le barrage Bird situé un peu en amont des gorges Déry et le nouveau barrage McDougall situé en aval de Pont-Rouge (MEF, 1997; MRN, 2001).



3.2.4 Fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-Laurent fait partie des grands fleuves du monde. Son débit moyen annuel le place au 13^e rang mondial (Environnement Canada, 1991a). En face de Québec, le débit moyen du fleuve Saint-Laurent est de 12 600 m³/s (BAPE, 2000). Quatre-vingts pour cent (80 %) de la population québécoise vit dans la plaine du Saint-Laurent et si l'on considère l'ensemble du bassin versant, c'est près de 97 % de la population qui y réside (Environnement Canada, 1991b).

La qualité physico-chimique de l'eau à la hauteur de Québec est décrite comme satisfaisante (MENV, 2001c). La contamination bactériologique compromet toutefois la baignade à certains endroits pendant certaines périodes (Hébert, 1999). Ces problèmes de contaminations bactériologiques sont attribuables aux débordements en temps de pluie des eaux usées provenant des réseaux d'égouts unitaires (BAPE, 2000). Les analyses de séries chronologiques faites par Hébert (1995) montrent une baisse significative des concentrations de phosphore total à la prise d'eau de Sainte-Foy et de Lauzon et une baisse des matières en suspension, de la turbidité et des coliformes fécaux à la prise d'eau de Lauzon, pour la période janvier 1990 et mars 1997.

Quarante-cinq pour cent (45 %) de la population du Québec est alimentée par l'eau du fleuve Saint-Laurent (MENV, 1999). Dans la seule région de Québec, quatre prises d'eau alimentent les usines de Sainte-Foy, Saint-Romuald, Lévis et Lauzon. Pour l'ensemble des deux rives, c'est dire que le fleuve Saint-Laurent fournit de l'eau potable à environ 170 000 personnes. Le tableau 3.16 présente les données des volumes prélevés par les villes de la rive sud de Québec s'approvisionnant au fleuve. Les volumes prélevés totalisent 42 040 m³/j pour une population desservie de 73 000 personnes, soit l'équivalent des volumes et de la population de la ville de Sainte-Foy.

Tableau 3.16 Volumes prélevés au fleuve Saint-Laurent par les villes de la rive sud de Québec

Villes	Nombre de personnes desservies	Volume prélevé (m ³ /j)
Lévis	28 000	22 725
Lauzon	15 000	10 225
Saint-Romuald et Saint-Jean-Chrysostome	30 000	9 090

Une question importante eu égard à l'approvisionnement au fleuve dans la région de Québec concerne les impacts appréhendés des changements climatiques sur le régime hydrologique et hydraulique du fleuve de manière générale et sur l'évolution du front salin en particulier (GCSI, 2000; Koshiba et Avis, 1999). Plusieurs auteurs ont avancé l'hypothèse que dans un scénario de croissance des concentrations du CO₂ atmosphérique (scénario 2 X CO₂), les débits annuels moyens du fleuve à la hauteur de Montréal diminueraient de 40 % (Mortsch et Quinn, 1996; Mortsch et al., 2000). Les impacts d'un tel changement seraient, il va sans dire, très importants et pourraient modifier la position du front salin et compromettre l'approvisionnement en eau potable aux prises d'eau de Sainte-Foy et Lévis (Moulton et Cuthbert, 2000). Bourgault (1999), partant de ce scénario où les débits moyens au fleuve seraient réduits de 40 %, a effectué une série de simulations numériques afin de voir l'impact d'un tel changement sur la position du front salin. Il a pu ainsi montrer que le front salin se déplacerait de 10 à 20 km vers l'amont. Un tel déplacement n'affecterait pas l'approvisionnement aux prises d'eau de Sainte-Foy ou Lévis pour une année de débit annuel moyen. Cependant, en présence d'étiage de récurrence de l'ordre de 10 ans, les simulations montrent que le front salin pourrait se déplacer de 30 km vers l'amont et cette fois atteindre les prises d'eau des municipalités de la région de Québec (Bourgault, 1999). Un tel scénario serait catastrophique pour l'alimentation des municipalités de la région de Québec.

3.2.5 Eaux souterraines

Les eaux souterraines ne représentent actuellement qu'environ 6 % des volumes distribués à l'échelle de la nouvelle Ville de Québec (voir figure 3.10). Une seule municipalité, Val-Bélair, parvient à satisfaire à la totalité de sa demande en eau potable en s'approvisionnant uniquement à des eaux souterraines. Toutes les autres municipalités qui s'approvisionnent à des puits doivent, dans une plus ou moins grande mesure, avoir recours à un approvisionnement à partir des eaux de surface.

Des sites actuels exploités, seul un puits de Val-Bélair présente un problème de contamination qui oblige cette municipalité à chercher d'autres sources d'approvisionnement ou encore à traiter ces eaux. Les gestionnaires des autres

municipalités ont indiqué n'éprouver aucun problème particulier d'approvisionnement ou de qualité.

Il serait un peu long de retracer ici la petite histoire des recherches en eau souterraine pour l'ensemble des municipalités de la région. Certaines municipalités ont procédé à des recherches au cours des dernières années. Val-Bélair a été particulièrement active à ce sujet (e.g. voir Consultants HGE, 2001; 2000). Saint-Émile a aussi effectué certains essais (Consultants HGE, 1999). Ces recherches n'ont pas permis de trouver de sources présentant des débits intéressants. Par ailleurs, des problèmes de dureté (e.g. puits Cadrin à Saint-Émile qui n'est plus en opération maintenant; voir Laboratoire de Génie sanitaire du Québec, 1986) ou présence de concentrations élevées de fer ou de manganèse (e.g. le puits Henri-IV à Val-Bélair) ont été rapportés.

Il existe peu d'information, à la lumière des données compilées dans le cadre du présent mandat, sur le potentiel aquifère de la région de Québec. Plusieurs sites sont en exploitation, plusieurs l'ont été et les efforts de recherche se sont faits à plusieurs endroits au fil des ans sans qu'il ne soit possible de les répertorier tous et qu'il ne soit donc possible de décrire le potentiel d'approvisionnement en eau potable que recèle cette ressource.

3.3 INFRASTRUCTURES DE PRODUCTION

Cette section présente les infrastructures de production actuellement en place dans les municipalités appelées à former la nouvelle Ville de Québec. Le tableau 3.17 résume certaines caractéristiques de ces équipements. Ces données proviennent pour une partie des travaux du Sous-comité Infrastructures et services techniques (Groupe de travail Eau potable, 2001).

Tableau 3.17 Caractéristiques des usines de traitement de l'eau potable

Caractéristiques	Usines de traitement		
	Québec	Sainte-Foy	Beauport
Population desservie	234 557	98 868	102 105
Production moyenne (m ³ /j)	162 684	52 136	32 274
Capacité de traitement (m ³ /j)	250 000	136 000	37 000
Équipement de traitement			
Décantation (m ³ /j)	350 000	136 000	-
Filtration (m ³ /j)	250 000	136 000	37 000
Ozonation (m ³ /j)	350 000	91 000	37 000
Correction de pH (m ³ /j)	250 000	136 000	65 000
Chloration (m ³ /j)	350 000	136 000	65 000

3.3.1 Usine de Québec

L'usine de traitement se situe à 12 km au nord du centre-ville en bordure de la rivière Saint-Charles. Elle a été inaugurée en octobre 1969 (AQTE, 1987). La population desservie par l'usine de traitement de Québec est de 234 560, soit 169 152 habitants de Québec et 65 432 habitants provenant des villes-clientes de Québec. La capacité de production est de 250 000 m³/j. En 1998, la capacité de traitement a été légèrement augmentée avec l'utilisation de décanteurs de type *Actiflo*. La capacité maximale est presque atteinte en période de pointe au cours de l'été. Quatre points de chloration sont actuellement en opération. Un premier se trouve à la sortie de l'usine, un deuxième au réservoir des Plaines, un troisième au réservoir de Montchatel et enfin un dernier à Valcartier. L'eau produite à cette usine respecte les nouvelles normes de qualité de l'eau.

3.3.2 Usine de Sainte-Foy

La population desservie par l'usine de traitement de Sainte-Foy est de 98 868 personnes, dont 74 418 habitants de Sainte-Foy et 24 450 habitants de Cap-Rouge et Saint-Augustin. La filière de traitement à Sainte-Foy est la suivante : 1) ozonation de l'eau brute, 2) décanteur *Pulsator* et 3) ozonation. Il y a chloration à l'usine et à chacun des postes de pompage. Pendant la période estivale, certains points de chloration sont

en opération en bout de réseau. La capacité de production de 136 000 m³/j (tableau 3.22) est théorique car la prise d'eau ne permet pas d'alimenter l'usine à ce débit. Afin d'augmenter la capacité de traitement, certaines composantes de l'usine devront être modifiées : 1) relocalisation de la prise d'eau et construction d'une nouvelle conduite d'amenée, 2) changement de deux tamis rotatifs (manque de capacité), 3) installation de deux nouvelles pompes au poste de pompage d'eau brute (manque de capacité) et 4) installation d'un système de préparation d'air et d'un ozoneur (manque de capacité) (Groupe de travail Eau potable, 2001). Pour les gestionnaires de la Ville, ces modifications permettront d'atteindre la capacité de production de 136 000 m³/j.

3.3.2.1 *Prise d'eau de l'usine de Sainte-Foy*

La prise d'eau actuelle alimentant l'usine de Sainte-Foy a été installée en 1963. Devant la croissance de la population de la ville de Sainte-Foy, plusieurs projets et études ont été menés afin d'augmenter la capacité de cette prise d'eau et de sécuriser l'approvisionnement (Ville de Sainte-Foy, 1999). La capacité hydraulique originelle de cette prise d'eau et des deux conduites d'amenée était de 135 000 m³/jour. Cependant, compte tenu de son état actuel, la capacité de la prise d'eau a été évaluée à 86 600 m³/jour (Ville de Sainte-Foy, 1999).

Si les premières décennies se sont déroulées sans encombre, le début des années 90 a marqué le début d'une période pendant laquelle les problèmes d'obstruction de la prise par le frasil et les saletés se sont accentués (Ville de Sainte-Foy, 1999). En novembre 1992, une inspection des conduites d'amenée avait montré la présence de nombreux problèmes structuraux (e.g. pente des conduite inadéquate, obstruction, joints non étanches). L'inspection de la prise d'eau par des plongeurs avait par ailleurs permis de constater une nette dégradation de sa structure de même qu'un fonctionnement très erratique des jets d'eau tempérés servant à la fonte du frasil. Cette étude concluait que la prise d'eau de Sainte-Foy, quoique encore opérationnelle, en était à la fin de sa durée de vie utile. Les gestionnaires de la Ville, dans un document de 1999, estimaient que cette situation plaçait la ville de Sainte-Foy dans un grand état de vulnérabilité pour son approvisionnement en eau. Diverses solutions avaient alors été proposées afin de remédier à cette situation allant du remplacement de la prise

actuelle à un coût estimé de 1 077 000 \$ jusqu'à la construction d'une nouvelle prise d'eau située à environ 300 m au sud-ouest de la prise actuelle et de deux conduites d'amenée de 1 050 mm de diamètre pour un investissement de 6 179 000 \$.

3.3.3 Usine de Beauport

L'usine de traitement de l'eau potable de Beauport n'est pas une usine conventionnelle. La prise d'eau des galeries d'infiltration des Îslets est localisée dans la rivière Montmorency. L'eau est ensuite dirigée vers plusieurs bassins sous lesquels est aménagé un lit de sable et de gravier. L'eau se trouve ainsi filtrée, puis captée par une série de canalisations qui convergent vers le poste de pompage (Roche 2000; Pinard, 2000b). Les canalisations peuvent également capter l'eau souterraine dans une proportion variable. La filière de traitement est la suivante : galeries d'infiltration, ozonation, ajustement de pH et chloration. La capacité de traitement à l'usine est de 37 000 m³/j. Lors des périodes de pointe, la Ville utilise directement l'eau de la rivière et court-circuite le traitement. Ce type de traitement permet à la Ville de desservir 74 000 personnes.

Afin de rencontrer les nouvelles normes en matière d'eau potable, particulièrement en ce qui concerne la turbidité et les THM, la Ville devra apporter certaines modifications à son système actuel de traitement (Génécor, 2000b). La solution proposée consiste en l'ajout d'un traitement d'appoint de type filtration sur membrane après les galeries d'infiltration. Il est par ailleurs prévu qu'en période de pointe, un prélèvement direct pouvant atteindre 21 000 m³/jour serait acheminé directement aux filtres sans passer par les galeries d'infiltration. La capacité totale serait ainsi portée à 63 000 m³/jour. Les coûts d'un tel projet sont estimés à 4 446 000 \$ (Génécor, 2000b). Le ministère de l'Environnement a toutefois exigé que des essais pilote soient réalisés en vue de vérifier l'efficacité de cette solution. Certaines personnes rencontrées ont par ailleurs mentionné avoir de sérieux doutes sur l'efficacité de cette solution et sur la fiabilité du traitement à Beauport.

Il importe de mentionner aussi que des travaux devront être réalisés afin de rehausser le niveau d'endiguement des bassins alimentant les galeries et ainsi de sécuriser

l'approvisionnement en eau potable en cas de crue importante. Une étude réalisée par Leclerc et al. (2000) a estimé à environ 46 000 \$ les coûts de ces travaux. Le rehaussement de 60 cm proposé permettrait une protection contre les crues de récurrence 10-15 ans.

3.4 INFRASTRUCTURES DE DISTRIBUTION

Cette section présente une brève description des infrastructures de distribution actuellement en place. Certains indicateurs de l'état structural des réseaux sont aussi présentés et analysés. Concernant plus spécifiquement la performance hydraulique, plusieurs problèmes de maillages, de temps de séjour trop long ou de dimensions inadéquates ont été rapportés. La section 3.6 décrit certaines de ces problématiques.

3.4.1 Caractéristiques des réseaux et taux de bris

Le tableau 3.18 présente quelques-unes des caractéristiques structurales des réseaux. La longueur totale de réseau de la nouvelle ville de Québec est de 644 km. Les types de matériaux utilisés sont sensiblement les mêmes sur tout le territoire et dépendent pour beaucoup de la période d'installation (plus vieille conduite en fonte grise, ensuite en fonte ductile et les plus récentes fréquemment en PVC). Une situation similaire se retrouve à l'échelle du Québec (Fougères et al., 1998).

Tableau 3.18 Caractéristiques des réseaux et nombre de bris au 100 km

Villes	Longueur (km)	Type de matériau	Âge moyen	Bris (nbre/100km)
Québec	644	Fonte grise et ductile	Très varié selon les secteurs	17
Beauport	370	30 % en fonte grise	30 ans	23
Sainte-Foy	389	Fonte grise et ductile et PVC depuis 1980	Certains secteurs 1950	34
Charlesbourg	320	Fonte grise et ductile	à préciser	48
Vanier	47	Fonte grise et ductile	30 ans	21
Sillery	84	Fonte grise et ductile	45 ans	26
Ancienne-Lorette	77	Fonte grise et PVC	Plus vieilles, 50 ans	18
Val-Bélair	115	Principalement en fonte grise	30 ans	17
Saint-Émile	52,5	Inconnu	18 ans	10
Loretteville	78	Plupart fonte grise et ductile. 2 à 5% en PVC	Plus vieilles, 50 ans	16
Lac-Saint-Charles	33	Inconnu	Existe depuis 1954	17
Cap-Rouge	69	Fonte grise à l'origine et PVC depuis 1984	30 ans	17
Saint-Augustin	107	Fonte grise et PVC pour les conduites plus récentes	20 ans	7

L'âge des réseaux varie de façon importante et reflète les différents stades du développement de la trame urbaine de la région. Les taux de bris exprimés en nombre de bris par 100 km de conduites sont aussi présentés (données des années 1999 – 2000). Ce type d'indicateur est souvent utilisé pour caractériser l'état structural des conduites. Toutefois, un tel indicateur doit être interprété avec circonspection. Lorsqu'un programme de détection n'est pas en place, les bris répertoriés sont ceux ayant exigé une intervention, donc repérables depuis la surface. De nombreuses fuites et bris peuvent exister sans qu'ils ne soient, pour une raison ou une autre, repérables depuis la surface. Dans le cas des villes effectuant des programmes de détection, nombre de ces bris peuvent correspondre à des interventions préventives (Pelletier, 2000).

Une règle maintes fois évoquée et permettant de classer l'état structural global d'un réseau indique qu'un réseau dont le taux de bris moyen est inférieur à 19 bris/100 km serait en bon état, un réseau avec un taux compris entre 19 bris/100 km et 39 bris/100 km serait dans un état acceptable et qu'un taux supérieur à 39 bris/100 km indiquerait un mauvais état structural. Une seule ville, Charlesbourg, tomberait dans cette dernière catégorie. Cependant, un tel taux pourrait s'expliquer en partie par la topographie de cette municipalité et les nombreux paliers de pression qu'on y compte. Une telle situation favorise, pour un état structural donné, l'apparition des bris. Par ailleurs, le pourcentage de fuite estimé à la section 3.1, soit entre 10 à 20 % du volume distribué, suggère plutôt un état structural adéquat.

3.4.2 Volumes d'eaux perdus par les fuites en réseau

La méthodologie présentée à la section 3.1.5.4 a permis d'estimer les fuites en réseau à l'échelle de la nouvelle ville à une valeur comprise entre 36 750 et 56 000 m³/jour, soit entre 13 et 20 % du volume distribué. Il s'agit somme toute d'une performance globale acceptable. Toutefois, il faut bien voir que cette performance moyenne est attribuable pour une large part aux bonnes performances enregistrées par les grandes villes (Québec, Sainte-Foy et Charlesbourg). Les pourcentages enregistrés dans certaines municipalités sont nettement plus élevés et des programmes d'interventions devraient être mis en place afin de diminuer ces volumes perdus. Si un objectif de 15 % de perte en réseau est fixé à l'ensemble des municipalités c'est entre 6 100 et 13 500 m³/jour de volumes perdus qui pourraient être récupérés soit entre 2 et 5% du volume total distribué dans la nouvelle ville de Québec. Même si en pourcentage ces chiffres peuvent paraître dérisoires, il faut voir qu'un débit de 6 100 m³/jour représente à peu de choses près le volume distribué à Loretteville, et 13 500 m³/jour, celui distribué à Sillery.

3.4.3 Programme de détection de fuite

Le tableau 3.19 présente un résumé de la situation (Groupe de travail Eau potable, 2001). L'information recueillie ne permet toutefois pas d'estimer dans tous les cas la fréquence et l'intensité des programmes de détection en place.

Tableau 3.19 Programmes de détection de fuite en vigueur dans les différentes municipalités

Villes	Programme de détection de fuite	
	Écoute borne fontaine	Autres
Québec	Oui	Campagne de détection avec corrélateurs
Beauport	Oui	Corrélateur (1 fois/an) secteurs problématiques
Sainte-Foy	3-4 fois/an	Corrélateur lorsque problème identifié
Charlesbourg	2 fois/an	Corrélateur lorsque problème identifié
Vanier	Oui	Utilisation du corrélateur en 1996
Sillery	Oui	
Ancienne-Lorette	Non	
Val-Bélair	2 fois/an	Informatisation du réseau
Saint-Émile	Oui	Utilisation du corrélateur en 1997-98
Loretteville	Oui	Informatisation du réseau
Lac-Saint-Charles	Non	
Cap-Rouge	Oui	Comptabilisation des volumes
Saint-Augustin	Oui	

3.4.4 Programmes de remplacement

Les taux de remplacement, exprimés en pourcentage de la longueur totale de réseau remplacée annuellement, pratiqués par les villes importantes sont les suivants : 0,9 % à Charlesbourg, 0,7 % à Sainte-Foy et 0,6 % à Québec (Génécor, 2001a). Le gestionnaire de Loretteville a indiqué remplacer environ 1 km par an (1,3 % de la longueur du réseau) et à Cap-Rouge, 1 à 2 km de réseau est remplacé annuellement (1,5 à 3 % de la longueur du réseau). Les autres gestionnaires nous ont dit procéder en fonction d'une liste de projets.

3.5 CONTRÔLE DE LA QUALITÉ EN RÉSEAU

La présente section décrit brièvement le contrôle de la qualité en réseau effectué par les municipalités en réseau. Les programmes de contrôle de la qualité des eaux brutes et à la sortie des différentes usines de traitement ne sont pas abordés dans ce qui suit. La question de la capacité des usines de traitement actuelles à respecter les nouvelles normes est abordée à la section 3.3.

3.5.1 Programmes d'échantillonnage et respect des nouvelles normes

Les programmes d'échantillonnage actuellement en place diffèrent d'une municipalité à l'autre. Le tableau 3.20 en donne un aperçu. Certaines données restent encore à être précisées. La qualité bactériologique (coliformes fécaux et totaux) en réseau pour l'ensemble des municipalités rencontre actuellement les normes. Quatre avis d'ébullition ont été émis pour la période du 1 janvier 2000 au 15 décembre 2001 pour l'ensemble des municipalités regroupés dans la nouvelle ville (communication personnelle M. Alain Riopel du ministère de l'Environnement). Les données concernant les mesures de turbidité et les THM aux points de contrôle en réseau sont encore partielles puisque plusieurs municipalités procédaient aux premières analyses lorsque les gestionnaires ont été rencontrés. Voici une description de la situation pour chaque municipalité.

3.5.2 Québec

Québec effectue la chloration de l'eau en quatre points : à l'usine, aux réservoirs des Plaines et de Montchatel et au réservoir de Valcartier. La Ville de Québec effectue aussi l'échantillonnage et l'analyse pour le réseau de l'Ancienne-Lorette. Un rapport est remis au responsable du réseau. Des analyses sont aussi effectuées pour la Ville de Vanier et le secteur nord de Charlesbourg.

Tableau 3.20 Programmes d'échantillonnage de la qualité de l'eau

Villes	Prélèvement	Fréquence	Colif. totaux	Colif. fécaux	BHAA	Cl résiduel	THM	Turbidité
Québec	27 points	1 réseau/j 1 conduite/j et usine	v	v	v	v	v 10/an	v
Sainte-Foy	4 points 7 points	1 fois/jour 2 fois/semaine	v	v	v	v	v	v
Beauport	7-8 points	À préciser	v	v	v	v	v	v
Charlesbourg	À préciser	À préciser	v	v		v	v	
Vanier	4 points	À préciser	v	v				-
Sillery	2 points	2 fois/semaine	v	v				
Ancienne-Lorette	8 points	18 fois/mois	v	v	v	v		v
Val-Bélair	À préciser	À préciser	v	v	v			v
Saint-Émile	4 points	À préciser	v	v		v		v
Loretteville	3 points	2 f/sem. bact. et 1 f/sem. Cl	v	v		v		
Lac-Saint-Charles	2 points	2 fois/semaine	v	v				
Cap-Rouge	À préciser	À préciser	À préciser					
Saint-Augustin	~ 6 points	Au max 1 fois/semaine	v	v		v		

L'échantillonnage de l'eau sur le réseau de Québec s'effectue en 27 points de prélèvements. La qualité de l'eau à chaque poste est analysée une fois par semaine. Pour les conduites principales, l'eau est analysée à tous les jours.

Le suivi effectué par la Ville de Québec montre qu'au cours des 15 dernières années, la médiane des concentrations de THM en réseau se situe entre 50 à 55 µg/l. En 1999, la valeur moyenne calculée correspond toutefois à la plus grande moyenne jamais enregistrée, à savoir 76 µg/l. L'étiage prolongé de l'été 1999 est l'un des éléments pouvant expliquer cette valeur élevée. Il faut dire que l'année 1999 a été exceptionnelle : fortes pluies, longues périodes d'étiage, beaucoup de matières organiques. La présence d'une plus grande quantité de matières organiques dans l'eau brute a entraîné des taux plus élevés de THM. Bien qu'en moyenne la nouvelle norme de THM soit respectée, l'année 1999 montre, de l'avis même du responsable du contrôle de la qualité à la Ville de Québec, à quel point il faut être vigilant en période

estivale. Actuellement, les analyses de THM sont hebdomadaires (eaux brutes et réseau). Le gestionnaire souhaite cependant que ces analyses deviennent quotidiennes.

La qualité des eaux brutes au niveau de la prise d'eau est relativement stable. Une augmentation très lente des concentrations de chlorures et de sodium, est observée au fil des ans. L'épandage de sel de déglacage sur les routes expliquerait cette tendance d'autant plus que la rivière Jaune passe très près de l'autoroute des Laurentides.

Les plaintes reçues concernent principalement le goût, la couleur ou l'odeur de l'eau et surviennent pour la plupart lors de bris d'aqueduc ou de travaux sur le réseau.

3.5.3 Sainte-Foy

Les valeurs mesurées de THM se trouvent nettement sous les normes (valeurs comprises entre 6 et 38 µg/l avec une moyenne de 15,5 µg/l) (Groupe de travail Eau potable, 2001).

3.5.4 Beauport

Un problème de dépassement des nouvelles normes a déjà été identifié par les responsables du réseau. Le projet avancé par la municipalité et mentionné plus haut vise aussi à permettre le respect des concentrations de THM en réseau (Génécor, 2000b).

3.5.5 Charlesbourg

Peu de données sur les THM pour l'eau produite à partir du réservoir des Érables et de lac Des Roches sont disponibles. Les valeurs rapportées se situent entre 50 et 140 µg/l. La probabilité de dépassement est donc importante et est d'ailleurs considérée comme telle dans la démarche amorcée par cette municipalité.

3.5.6 Autres municipalités (sauf Val-Bélair)

Le tableau 3.20 montre que ces municipalités n'effectuent pas actuellement d'analyse des THM. Il est donc difficile de se prononcer de façon formelle sur le respect ou non des nouvelles normes. Cependant, compte tenu du suivi effectué par Québec et Sainte-Foy sur leur réseau, tout indique que les taux de THM sur les réseaux desservis par ces villes devraient être comparables et donc ne pas poser de problème. Les campagnes de mesures que certaines municipalités ont entreprises depuis peu devraient permettre de voir ce qu'il en est.

3.6 PROTECTION INCENDIE

Les gestionnaires ont été interrogés à savoir s'ils disposaient d'un rapport d'incendie du service d'inspection des assureurs d'incendie. Il semble que ce rapport se trouvait dans plusieurs des municipalités entre les mains des services d'incendie. Le tableau 3.21 présente un résumé de la situation et des principales déficiences identifiées dans les villes.

3.7 PROBLÉMATIQUES DES MUNICIPALITÉS

Cette section présente les problématiques identifiées par chaque gestionnaire ainsi que les diverses avenues de solutions envisagées par les municipalités.

Ancienne-Lorette

Le réseau d'aqueduc de cette municipalité comporte deux paliers, les paliers haut et bas. Des problèmes de basse pression sont observés pour le palier haut de la ville. Les pressions se situent à environ 45 à 55 lb/po² avec des pressions résiduelles de 15 à 20 lb/po² et un débit d'incendie de 500 gal/min (3 275 m³/j) (Groupe de travail Eau potable, 2001). Ce dernier palier est le plus important en terme de volume distribué puisqu'il représente 70 % du volume total distribué. La solution proposée par le gestionnaire consiste à créer un troisième palier de pression dans le secteur nord de la municipalité et d'alimenter ce secteur depuis Sainte-Foy. Une étude de Dessau-Soprin

(2000) avait permis d'estimer les volumes que Sainte-Foy devait distribuer aux différents points de raccordement entre son réseau et celui de l'Ancienne-Lorette advenant une alimentation depuis l'usine de Sainte-Foy. Le gestionnaire mentionne toutefois qu'une analyse plus poussée comprenant un balancement hydraulique du réseau devrait être menée afin de valider la faisabilité de cette solution.

Tableau 3.21 Données relatives à la protection incendie

Villes	Rapport disponible	Déficiences identifiées	Commentaires
Québec	oui	non	
Beauport	oui	oui	Débit insuffisant pour la protection du CHRG Classement 4 pour secours publics et 1 pour la protection des habitations
Sainte-Foy	oui	oui	Voir services des incendies de Sainte-Foy pour plus d'information
Charlesbourg	oui	oui	Problèmes en consommation de pointe.
Vanier	oui	oui	Bouclage du réseau pour protection incendie Rapport en mai (1991)
Sillery	non	à préciser	Dernier rapport remontant à 8 ans. Beaucoup de changements depuis.
Ancienne-Lorette	non	oui	Problèmes dans secteur nord pouvant être corrigés par un nouveau palier
Val-Bélair	oui	à préciser	Estimation de la cote par les gestionnaires : 2
Saint-Émile	oui	à préciser	
Lac-Saint-Charles	oui	non	Aucun problème pour incendies normaux. Pour incendie plus important la Ville devra faire appel à Charlesbourg
Loretteville	non	non	
Cap-Rouge	non	non	Voir services des incendies de Sainte-Foy pour plus d'information
Saint-Augustin	non	non	Voir services des incendies pour plus d'information

Beauport

La Ville a très clairement favorisé au cours des dernières années une filière d'approvisionnement par le poste des Îslets et donc, la rivière Montmorency. En fait, de l'avis du gestionnaire, l'utilisation de l'Aqueduc régional comme source d'approvisionnement en eau était relativement coûteuse. Outre le problème que pose le respect des nouvelles normes en matière d'eau potable (cet aspect est discuté à la section 3.3.3), la question de la protection d'incendie et de l'alimentation en eau potable du Centre Hospitalier Robert Giffard (CHRG) est aussi à considérer. Le CHRG possède son propre réseau d'aqueduc et est alimenté par un puits (environ 2 000 m³/j). Ce puits est localisé sur le territoire de Beauport à proximité du boul. Rochette à la limite de la ville de Charlesbourg. Il possède aussi son propre réservoir d'une capacité de 1 000 000 gal (4 547 m³). L'eau est de bonne qualité mais dure et certaines concentrations élevées de nitrates ont déjà été observées. Le problème de dureté a été réglé par la mise en place d'un système de traitement par osmose inverse. L'âge du réseau du CHRG est d'environ 100 ans.

Des discussions entre la Ville de Beauport et le CHRG ont eu lieu récemment afin de transférer la propriété du réseau du CHRG à la Ville de Beauport. Ces discussions auraient, au dire du responsable, éventuellement conduit à ce transfert de propriété n'eut été l'annonce du projet de fusion municipale. Advenant ce transfert, la Ville de Beauport avait examiné une série de scénarios afin d'assurer l'approvisionnement du CHRG et aussi afin d'en assurer la protection d'incendie. Dans tous les cas, le puits actuellement utilisé par le CHRG sera fermé et le réservoir sera alimenté par le réseau de Beauport. Concernant plus spécifiquement la protection d'incendie, une conduite alimentée par le Lac Des Roches assure la protection incendie du CHRG. Cette protection incendie pose toutefois un problème dans le contexte du projet de construction d'une usine à Charlesbourg. En effet, cette protection impliquerait un surdimensionnement de l'usine ou une capacité de stockage importante afin de permettre une protection incendie adéquate. D'autres alternatives ont donc été examinées (Roche, 2000). Certains aménagements semblent possibles qui permettraient une augmentation de la protection incendie mais d'autres études sont nécessaires afin de les optimiser et d'en évaluer les coûts.

Cap-Rouge

La municipalité n'a aucun problème d'alimentation en eau potable. Le seul point faible du réseau se situe au niveau du plateau (haut de la ville) où Cap-Rouge alimente Saint-Augustin. Le réseau de Cap-Rouge est à la limite de ses capacités d'alimentation et ne pourra supporter une croissance de la demande à Saint-Augustin. Selon les prévisions des responsables, les infrastructures actuelles feront en sorte que Cap-Rouge ne sera plus en mesure d'alimenter Saint-Augustin en 2008.

Charlesbourg

Le principal problème à Charlesbourg est sans conteste l'impossibilité pour cette municipalité de produire, à partir de ses sources d'approvisionnement en eaux de surface, une eau potable capable de rencontrer les nouvelles normes en matière d'eau potable (Génécor, 2000a). Ces eaux de surface, provenant du lac Des Roches et du réservoir des Érables (voir la section 3.1 pour une description complète de la filière d'approvisionnement de Charlesbourg) subissent une simple chloration avant d'être acheminées en réseau. Bien que ces eaux brutes soient de bonne qualité, elles sont sujettes aux aléas environnementaux. Ainsi, par période de vents forts, la faible profondeur du lac Des Roches entraîne des remises en suspension importantes de sédiments et une augmentation de la turbidité.

Face à cette situation, la municipalité a entrepris d'examiner un certain nombre de pistes de solutions. Divers travaux et études ont été réalisés à ce jour visant entre autres à mieux définir le potentiel aquifère de certains secteurs et à examiner diverses alternatives de traitement (Génécor, 2000a; Ellis et al., 2001). Parmi ces études, l'une avait pour objet de vérifier différents scénarios d'interconnexions au niveau régional afin d'alimenter Charlesbourg à partir des capacités de production actuellement en place (Génécor, 2001c). Bien que plusieurs options soient présentées, aucune ne permettrait, dans les limites actuelles qu'imposent les infrastructures de production et le potentiel d'approvisionnement aux sites exploités, de desservir adéquatement Charlesbourg (Génécor, 2000a).

La solution actuellement avancée consiste en la construction d'une usine de traitement alimentée par le lac Des Roches et le réservoir des Érables (Génécor, 2000a). La capacité de traitement de cette usine serait de 60 000 m³/jour et un traitement de type coagulation – microfiltration est envisagé. Le coût de ce projet était évalué à 23 500 000 \$ (Génécor, 2000a). La participation de Beauport dans ce projet a été estimée en fonction du volume fourni par l'Aqueduc régional à cette municipalité au début des années 1990. Enfin, il importe de mentionner que le projet prévoit que l'usine sera localisée près de l'ouvrage E de l'Aqueduc régional (voir figure 3.3) et que le lac Des Roches servira de réservoir d'eau brute.

Outre les problèmes associés au respect des nouvelles normes de qualité de l'eau, la municipalité de Charlesbourg rencontre un certain nombre d'autres problèmes. Le réseau compte de nombreux points morts, principalement sur les réseaux Orsainville et Notre-Dame-des-Laurentides. Les temps de séjour peuvent être très longs en ces endroits. Par ailleurs, le réseau est relativement complexe. La topographie de la municipalité est aussi problématique puisqu'elle oblige à considérer plusieurs paliers de pression. Finalement, les nombreuses chambres de réduction de pression sur le territoire provoquent des difficultés d'ajustement des débits.

Lac-Saint-Charles

La municipalité n'a pas de problème au niveau de la qualité et de l'approvisionnement en eau. Les problèmes de sous-pression retrouvés au nord de la ville sont principalement causés par la structure du réseau d'aqueduc. Anciennement, l'alimentation de Lac-Saint-Charles se faisait à partir du lac de l'Aqueduc et les diamètres des conduites vont donc en diminuant du nord vers le sud. Or, maintenant l'alimentation se fait par le sud. La Ville éprouve aussi des problèmes à cause du faible maillage de son réseau.

Loretteville

Cette municipalité n'éprouve pas de problème majeur d'alimentation en eau potable. Le réseau d'aqueduc est en bon état. L'alimentation en eau potable est suffisante pour répondre aux besoins et la qualité de l'eau est bonne. Les pompes des puits

fonctionnent bien mais nécessitent un suivi et un entretien régulier. Advenant une augmentation de la demande, il faudrait cependant envisager de trouver de nouvelles sources d'approvisionnement.

Québec

Le principal problème appréhendé par la Ville de Québec concerne une possible augmentation de la demande et la gestion des pointes de demande de plusieurs de ses villes-clientes. Il est clair pour les responsables de Québec que l'approvisionnement et la production actuelle permettent de rencontrer la demande. Toutefois, certaines infrastructures devront être changées afin d'augmenter la capacité d'alimentation de certaines villes (e.g Saint-Émile) et d'ainsi pouvoir répondre adéquatement au période de forte demande. À cet effet, la Ville avait entrepris à la fin de 1999 des pourparlers avec ses villes-clientes pour renégocier les débits réservés. Ses négociations visaient deux objectifs : conscientiser les responsables des villes-clientes de la nécessité de mieux gérer leur pointe de consommation et commencer à discuter des futurs travaux afin de modifier le réseau en vue de répondre aux demandes en période de pointes (entre autres au sujet de la répartition des coûts de ces travaux). La Ville désirait aussi effectuer un inventaire précis de la consommation et aussi sensibiliser la population à la problématique de l'eau potable. Québec pensait agir ainsi afin de rationaliser la consommation des industries et commerces sur son territoire (toilettes automatiques, systèmes de réfrigération à eau, etc.)

Sainte-Foy

La principale problématique de Sainte-Foy concerne la prise d'eau. Ce sujet est discuté en détail à la section 3.3.2.1.

Sillery

La municipalité s'alimentait auparavant au fleuve. Les installations étant devenues vétustes, un raccordement au réseau de Québec a été mis en opération et depuis la ville est alimentée par l'usine de Québec. Ce changement de la configuration du point d'alimentation principal pose un certain nombre de problèmes à la municipalité de

même que le maillage insuffisant en certains secteurs. De longs temps de séjour en réseau obligent en effet les responsables à effectuer des rinçages plus fréquents de leur réseau. Un poste de chloration est même prévu afin de maintenir un résiduel de chlore suffisant en certains bouts de réseau. Sa mise en opération est prévue avant 2002. La turbidité est aussi problématique dans certains secteurs de la ville. À moyen terme, la municipalité souhaite boucler certaines parties de réseau. Un examen attentif de la configuration de ce réseau devrait être conduit afin d'éviter les problèmes de temps de séjour prolongés en réseau.

Saint-Augustin

La principale problématique mentionnée par le gestionnaire de réseau concerne le développement appréhendé du parc industriel. Un projet de construction d'une conduite d'adduction depuis Sainte-Foy vers Saint-Augustin a été envisagé. Le projet, d'un coût total de l'ordre de 4 000 000 \$ à 5 000 000 \$, n'a pu être réalisé faute d'une entente sur le partage des coûts entre Saint-Augustin et Sainte-Foy.

Le gestionnaire a par ailleurs souligné les difficultés que pose parfois l'alimentation du secteur desservi par Cap-Rouge en période de pointe. Cette dernière municipalité opère le réservoir sur son territoire qui dessert à la fois des secteurs de Cap-Rouge et de Saint-Augustin. Des chutes importantes de pression et de débit sont observées du côté de Saint-Augustin. Les responsables de Cap-Rouge ont eux aussi soulevé ce problème en soulignant que la capacité d'alimentation pendant les périodes de forte demande était atteinte et qu'à terme, dans un horizon de 5 à 10 ans, Cap-Rouge ne serait plus en mesure d'alimenter Saint-Augustin. Aucune étude ou analyse n'a cependant été réalisée afin de trouver une solution à cette situation.

Saint-Émile

Le gestionnaire souligne qu'à court terme, si la municipalité poursuit sa croissance, elle aura des problèmes d'approvisionnement en eau potable, surtout lors des périodes de pointe en mai. Des problèmes de pression trop élevée dans la partie sud sont aussi mentionnés.

Val-Bélair

Les problèmes de la municipalité sont liés à la capacité de production en place et à la contamination des puits. La capacité de production actuelle permet de rencontrer la demande moyenne mais de sérieux problèmes sont rencontrés en période de pointe. Pendant ces périodes (printemps lors du remplissage des piscines, lors de fortes chaleurs, etc.), la capacité de production est pratiquement atteinte. Cette capacité limitée compromet le développement de la ville. La ville occupe en effet une superficie de 100 km² dont seulement 15 à 20 % est actuellement urbanisé. Plusieurs études et recherches ont été réalisées au cours des dernières années afin de trouver de nouvelles sources souterraines, sans succès cependant (Consultants HGE, 2001; 2000).

Des problèmes de contamination au TCE (voir annexe C pour une description de ce composé) ont aussi été observées dans les puits Modène et Montolieu. Des problèmes similaires de contamination sont rapportés à Valcartier et dans les puits privés à Shannon. Les concentrations observées sont toutefois très faibles, de l'ordre de 1,81 µg/l au puits Modène, et de 0,7 µg/l au puits Montolieu, considérant que la norme prévue au nouveau règlement sur l'eau potable est de 50 µg/l et la norme américaine de 5 µg/l. Une première analyse commandée par la Ville estime à environ 493 500 \$ les coûts d'un traitement au puits Modène. Les coûts d'exploitation sont estimés à 13 775 \$. Ce traitement de type filtration sur charbon actif granulaire permettrait de réduire après traitement les concentrations de TCE dans l'eau potable à des niveaux non détectables (Groupe Conseil Génivar, 2001).

Vanier

Le responsable ne rapporte aucun problème particulier, que ce soit sur les plans de l'approvisionnement, de la qualité de l'eau et de l'état du réseau. Seuls quelques travaux ponctuels mineurs devront être réalisés. Le responsable ne relève aucun problème de qualité d'eau potable mais mentionne des difficultés à répondre à la demande en périodes de pointe (printemps, périodes de chaleur, etc.). Cette limite de capacité pourrait, à son avis, compromettre le développement de la ville.

4. CONSTATS ET ENJEUX

Ce chapitre présente les constats et enjeux identifiés dans le cadre de ce mandat. Ces constats et enjeux sont regroupés en fonction des quatre thèmes suivants : 1) sources d'approvisionnement, 2) production et traitement, 3) consommation et 4) distribution.

La première section traite des constats et des enjeux liés aux sources d'approvisionnement en eau potable de la nouvelle Ville. Les données et les problématiques soulevées sont ainsi décrites pour la rivière Saint-Charles, le fleuve Saint-Laurent, la rivière Montmorency, la rivière Jacques-Cartier et les eaux souterraines. La section 4.2 identifie les problématiques importantes auxquelles la nouvelle Ville sera confrontée en matière de production et de traitement de l'eau potable. Les unités actuelles de traitement (usines de Québec et de Sainte-Foy et traitement à Beauport) sont aussi passées en revue. Enfin, les sections 4.3 et 4.4 présentent les constats et discutent des enjeux relatifs respectivement à la consommation et à la distribution.

4.1 SOURCES D'APPROVISIONNEMENT

Bien que tout indique que la population de la nouvelle Ville de Québec stagnera ou même décroîtra au cours des prochaines décennies, la question de l'approvisionnement demeure primordiale. Il s'agit de voir si la répartition des volumes d'eau actuellement puisés aux différents sites d'approvisionnement ne pourrait pas être modifiée afin de répondre aux problématiques actuelles (e.g. nécessité de traiter les eaux de surface à Charlesbourg), de sécuriser l'approvisionnement et de mieux répartir la pression qu'exerce la demande sur ces différentes sources.

Les constats et enjeux majeurs concernant l'approvisionnement se formulent comme suit en fonction des différentes sources d'alimentation.

Rivière Saint-Charles

Une étude a établi à 0,9 m³/sec le débit minimal en rivière nécessaire en période estivale afin de maintenir un habitat adéquat pour la croissance des alevins (Bourgeois et al., 1998). Le barrage du lac Saint-Charles est donc opéré de façon à respecter cette contrainte tout en assurant un approvisionnement suffisant pour répondre à la demande. Le maintien de la production à l'usine de Québec à son niveau actuel ne pose donc pas de difficulté. Cependant, une augmentation de la demande se traduisant par une augmentation du volume prélevé à la rivière Saint-Charles serait difficilement réalisable dans le contexte actuel. On peut donc affirmer que le potentiel d'approvisionnement qu'offre la rivière Saint-Charles est actuellement atteint. Dans l'optique d'une réhabilitation de la rivière en secteur urbain (Côté, 2000), il serait même souhaitable de diminuer légèrement la pression sur cette rivière de façon à permettre des débits plus importants lors des étiages. Dans cette optique, l'examen de scénarios où certains secteurs actuellement alimentés par l'usine de Québec seraient desservis par d'autres sources d'approvisionnement prend tout son sens.

Concernant plus spécifiquement la qualité de cette source d'approvisionnement, les données à la prise d'eau montrent que la qualité est très bonne et aucune tendance particulière n'a été notée (voir section 3.22). La Ville de Québec a par ailleurs été très active au cours des dernières années afin de protéger la qualité des eaux du lac Saint-Charles. Même si la qualité des eaux du lac reste très bonne et demeure stable, la vigilance s'impose compte tenu des nombreux usages et usagers présents dans le bassin versant alimentant ce lac.

Fleuve Saint-Laurent

On l'a vu, le fleuve Saint-Laurent constitue une ressource offrant en terme de volume un potentiel important. Les infrastructures en place pourraient être modifiées à un coût raisonnable afin de permettre une augmentation de la production d'eau potable à partir de cette source (voir section 3.3.2). L'enjeu, dans ce cas, concerne plutôt la qualité des eaux brutes. En effet, compte tenu de l'importance des activités industrielles et commerciales dans le bassin versant du fleuve Saint-Laurent, le risque de présence de contaminants de toute nature non normalisés et non mesurés est certes plus grand que pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles, de la rivière Montmorency ou de la

rivière Jacques-Cartier. Les impacts à long terme sur la santé de plusieurs de ces polluants sont encore mal connus. Bien que l'usine de Sainte-Foy soit performante (voir section 3.3.2) et que l'eau produite à cette usine respecte toutes les normes de qualité, la poursuite ou l'expansion de l'approvisionnement à partir du fleuve peut devenir un enjeu dans un contexte comme celui de la nouvelle Ville de Québec où plusieurs sources d'approvisionnement coexistent. Il semble donc fondé, dans un tel contexte, de voir si des garanties supplémentaires ne pourraient pas être offertes au niveau du traitement afin de diminuer davantage les risques liés à l'utilisation des eaux du fleuve (voir section 5.1).

Rivière Montmorency

Les données historiques des débits dans la rivière Montmorency montrent que le débit moyen pour cette rivière est de l'ordre de 35 m³/sec. Une analyse des données disponibles montre que, bien qu'actuellement utilisé comme source d'alimentation en eau potable, le potentiel réel d'approvisionnement de la rivière Montmorency n'a jamais été estimé précisément. Compte tenu de la qualité de cette eau, des problématiques particulières que présentent les municipalités de Charlesbourg et de Beauport, il semble primordial d'estimer ce potentiel en fonction des usages actuels et des contraintes que ceux-ci imposent.

Rivière Jacques-Cartier

Aucune des municipalités appelées à former la nouvelle Ville de Québec ne s'approvisionne actuellement à la rivière Jacques-Cartier. L'étendue de ce bassin versant et les débits enregistrés en font théoriquement une source potentielle d'alimentation en eau potable pour le secteur ouest de la nouvelle Ville. On sait par ailleurs que le bassin versant de la rivière Jacques-Cartier a connu au cours des dernières années un développement important de son secteur récréo-touristique. Cependant, compte tenu des choix historiques qui ont conduit au choix du fleuve comme source d'alimentation des municipalités de Sainte-Foy, Saint-Augustin et Cap-Rouge (secteur ouest de la nouvelle Ville), de la capacité de traitement de l'usine de Sainte-Foy et des prévisions en matière de demande en eau potable, il semble logique de poursuivre et de consolider l'alimentation du secteur ouest de la nouvelle Ville à

partir des infrastructures actuelles. Cependant, advenant l'abandon progressif du fleuve comme source d'approvisionnement du secteur ouest, il est clair que la rivière Jacques-Cartier deviendrait l'alternative à considérer.

Eaux souterraines

Les eaux souterraines représentent actuellement à peine 6,5 % de l'approvisionnement à l'échelle de la nouvelle Ville. Malgré des problèmes de contamination ponctuelle, la qualité des eaux souterraines est de bonne à excellente, ce qui en fait une source d'approvisionnement très intéressante compte tenu des faibles coûts de traitement. Les données recueillies montrent cependant que le potentiel réel d'approvisionnement de cette source est très mal connu à l'heure actuelle. Plusieurs municipalités ont effectué des recherches en eau souterraine au cours des dernières années sans trop de succès. Toutefois, il semble très important, compte tenu des avantages économiques que présente ce type d'approvisionnement, d'estimer, sur la base des données hydrogéologiques actuelles son potentiel sur le territoire de la nouvelle Ville de Québec.

Un autre enjeu majeur concerne la vulnérabilité des sites actuels d'approvisionnement et l'on pense ici particulièrement à Val-Bélair. Dans l'éventualité d'une contamination étendue des puits actuels, il y a lieu de s'interroger sur le possible raccordement de cette municipalité aux autres réseaux existants et entrevoir la possibilité d'alimenter cette municipalité à partir d'une autre source.

En **résumé**, les enjeux majeurs concernant l'approvisionnement sont de deux ordres, à savoir, d'une part, mieux connaître le potentiel de certaines sources (rivière Montmorency et eaux souterraines) et, d'autre part, voir s'il ne serait pas possible de modifier la répartition actuelle des volumes puisés aux différents sites d'approvisionnement de manière à sécuriser ce dernier et à mieux répartir la pression qu'exerce la demande sur ces différentes sources. Plus précisément, les enjeux sont :

- Diminution de la pression sur la rivière Saint-Charles
- Potentiel d'approvisionnement à la rivière Montmorency
- Potentiel d'approvisionnement à partir des eaux souterraines
- Vulnérabilité des sites d'approvisionnement en eaux souterraines
- Qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent

4.2 PRODUCTION – TRAITEMENT

Les constats et enjeux suivants se dégagent de l'analyse des données recueillies sur les unités de production et de traitement actuellement en place. Ces constats concernent tant les potentiels de production ou d'extension de la production que la capacité des installations à respecter les nouvelles normes de qualité de l'eau potable.

Usine de Québec

La capacité de production de l'usine de Québec semble à l'heure actuelle bien adaptée, d'une part au potentiel d'approvisionnement de la rivière Saint-Charles et, d'autre part à la demande à laquelle répond cette usine. Concernant la capacité de l'usine à produire une eau respectant les nouvelles normes, les mesures actuelles de qualité montrent qu'il en est déjà ainsi et qu'il ne sera pas nécessaire de modifier ou d'améliorer le traitement.

Usine de Sainte-Foy

L'usine de Sainte-Foy est actuellement utilisée à 57 % de sa capacité. L'ajout d'une unité d'ozonation permettrait d'atteindre le plein potentiel de l'usine mais la prise d'eau limiterait encore la capacité effective de production. Outre la prise d'eau (voir paragraphe suivant), l'autre enjeu important demeure la qualité des eaux brutes alimentant cette usine. Ce point a d'ailleurs déjà été abordé et discuté à la section 4.1. Comme il était alors souligné, dans le contexte d'une ville unique, l'approvisionnement à différentes sources d'eaux brutes de qualité différente pose un problème supplémentaire. Même si l'eau produite à l'usine de traitement de Sainte-Foy rencontre toutes les nouvelles normes et demeure une usine performante, la probabilité plus élevée de présence de contaminants de diverses natures et les risques associés à ces contaminants demeurent et sont un enjeu à considérer. Il semble pertinent dans ce cas d'examiner la possibilité d'ajouter un traitement d'appoint à l'usine de Sainte-Foy afin de produire une eau de meilleure qualité et de réduire au minimum les risques associés à une vulnérabilité plus grande des eaux brutes.

Concernant, d'autre part, la capacité de l'usine de Sainte-Foy à produire une eau respectant les nouvelles normes en matière de qualité des eaux potables, les mesures

actuelles de qualité montrent qu'il en est déjà ainsi et qu'il ne sera pas nécessaire de modifier ou d'améliorer le traitement.

Prise d'eau de l'usine de Sainte-Foy

La localisation actuelle de la prise d'eau pose par ailleurs certains problèmes (voir section 4.2) et cette infrastructure, selon certaines études, en serait arrivée à la fin de sa vie utile. L'approvisionnement en eau potable des secteurs desservis par l'usine de Sainte-Foy serait donc interrompu advenant un bris ou un blocage majeur de la prise d'eau. La problématique est bien connue et plusieurs études ont examiné la question et diverses solutions ont été proposées (Ville de Sainte-Foy, 1999). La vétusté de la prise d'eau est donc un enjeu important à considérer compte tenu de la vulnérabilité dans laquelle elle place tout le secteur ouest de la nouvelle Ville en regard de l'alimentation en eau potable. Bien qu'il semble important d'agir rapidement, les données et les études recueillies nous incitent cependant à proposer que la relocalisation de la prise d'eau soit réexaminée à la lumière des scénarios des changements climatiques actuellement envisagés (voir section 3.2.4).

Traitement des eaux de surface à Charlesbourg

La municipalité de Charlesbourg ne dispose pas d'unité proprement dite pour le traitement de ses eaux de surface. Les mesures actuelles montrent que l'eau produite ne rencontre pas en tout temps les nouvelles normes sur l'eau potable (Roche, 1989; Génécot, 2000a). La municipalité a réalisé plusieurs études afin de trouver une solution à ce problème (Génécot, 2001c; 2000a; 2000c). L'un des enjeux majeurs pour la nouvelle Ville est sans conteste la problématique du traitement des eaux de surface à Charlesbourg. Parmi les solutions actuellement proposées, l'une consiste à alimenter Charlesbourg à partir des réseaux limitrophes. Cette solution a été examinée dans le cadre d'une étude réalisée par Génécot qui suggère que, compte tenu des capacités de production actuelles et des possibilités d'interconnexion en place, il ne serait pas possible, dans un tel contexte, d'alimenter adéquatement Charlesbourg (Génécot, 2001c). Dans l'optique où la construction d'une usine de traitement s'avérerait nécessaire, il est primordial d'examiner un certain nombre de scénarios où cette usine alimenterait des secteurs autres que ceux de Charlesbourg. Cette approche s'inscrit

dans la perspective de redistribution de l'alimentation dans la nouvelle Ville en fonction des potentiels propres à chaque source d'approvisionnement. L'usine de Charlesbourg serait envisagée dans ce cas comme le pôle est de l'approvisionnement en eau potable de la nouvelle Ville. Il va sans dire que l'estimation du potentiel d'approvisionnement à la rivière Montmorency est un paramètre essentiel de cette analyse.

Traitement des eaux de surface à Beauport

Les infrastructures actuellement en place à Beauport ne permettront pas de respecter en tout temps les nouvelles normes en vigueur sur l'eau potable (Génécor, 2000b). Une étude a proposé l'ajout d'un traitement d'appoint permettant, d'une part, de respecter les nouvelles normes et, d'autre part, d'augmenter la capacité de production à Beauport (Génécor 2000b; voir section 3.3.3). Des études et des essais pilotes devront toutefois être réalisés afin de valider que le traitement d'appoint proposé permet le respect des nouvelles normes. L'efficacité de la solution proposée par la municipalité de Beauport, quoiqu'elle puisse sembler intéressante, reste donc à démontrer. Des investissements seront par ailleurs nécessaires afin de rehausser le périmètre d'endiguement des bassins (Leclerc et al., 2000; Leclerc et al., 1998). Ces considérations montrent à notre avis la pertinence de réexaminer la question du traitement à Beauport dans la perspective plus globale du traitement des eaux de surface du secteur est de la nouvelle Ville.

Pérennité de l'approvisionnement de Val-Bélair

La municipalité de Val-Bélair, comme nous l'avons souligné, se distingue sous plusieurs aspects. D'abord, elle produit sa propre eau potable à partir de puits et sa production suffit à combler sa demande actuelle sans que, par ailleurs, elle n'alimente d'autres municipalités. La municipalité vit en quelque sorte en autarcie en ce qui a trait à son alimentation en eau potable. Par ailleurs, les eaux extraites des puits ne subissent aucun traitement avant d'être acheminées en réseau, pas même une chloration. La qualité des eaux brutes, il faut le noter, est par ailleurs excellente. Cependant, la municipalité fait face à deux problématiques majeures. Premièrement, la capacité d'approvisionnement actuelle est insuffisante pour répondre à la demande en période de pointe printanière, au mois de mai particulièrement lors du remplissage des

piscines. Des solutions simples pourraient être mises en place dans ce cas afin de mieux gérer la demande de pointe du mois de mai. Deuxièmement, une contamination au TCE a été observée à l'un de ses puits (puits Modène) obligeant la municipalité à diminuer son pompage à ce puits (voir la section 3.1 pour une description plus élaborée de la situation). Cet état de fait pose malheureusement toute la question de la vulnérabilité de cet approvisionnement à moyen et long termes. Advenant une augmentation importante des taux de contamination, la nouvelle Ville doit prévoir un approvisionnement d'appoint pour ce secteur de la nouvelle Ville. Il va de soi qu'un travail important de suivi devra se poursuivre afin de suivre l'évolution des taux de TCE dans le puits contaminé. La possibilité de traiter l'eau de ce puits devra être aussi mise en balance avec la possibilité d'alimenter ce réseau à partir d'un réseau limitrophe afin de suppléer à la diminution de production qu'entraînerait la fermeture de ce puits (voir section 3.2.5).

Optimisation de la gestion des stocks d'eaux potables produites

Considérant l'objectif global de rationalisation et d'optimisation de la production d'eau potable dans la nouvelle Ville, un examen de l'opération des infrastructures devrait être entrepris afin de voir si une meilleure gestion des stocks et des capacités de production ne permettrait pas d'éviter les problèmes rencontrés lors des périodes de forte demande par certaines municipalités. L'ajout de réservoirs en des points stratégiques pourrait être considéré. De telles mesures pourraient permettre (avec d'autres mesures visant le contrôle des gaspillages et la rationalisation de la consommation) de rencontrer une éventuelle augmentation de la demande sans qu'il ne soit nécessaire d'augmenter les capacités actuelles de production et de traitement.

En **résumé**, les enjeux pour la production-traitement sont :

- Vétusté de la prise d'eau à Sainte-Foy
- Ajout d'un traitement d'appoint à l'usine de Sainte-Foy
- Non-respect des nouvelles normes en matière d'eau potable à Charlesbourg
- Optimisation des stocks d'eau produite
- Pérennité de l'approvisionnement du secteur de Val-Bélair
- Non-respect des nouvelles normes en matière d'eau potable à Beauport

4.3 CONSOMMATION

L'analyse des données disponibles pour les débits distribués, les débits nocturnes et les débits mesurés au compteur nous ont permis d'estimer approximativement les débits résidentiels, ICI et les débits perdus en fuite. Les constats et enjeux à ce chapitre sont de deux ordres. Tout d'abord, la question de l'estimation des volumes consommés par les différents usagers est abordée et, ensuite, la problématique des mesures à mettre en place afin de favoriser une diminution des consommations.

Estimation des débits des consommateurs majeurs

La section 3.1.5 a permis de mettre en évidence les disparités en matière de comptabilisation des consommations. La présence de compteurs chez les différents types d'usagers varie considérablement d'une municipalité à l'autre de même que le type de comptabilisation effectuée. Ainsi, dans ce dernier cas, à titre d'exemple pour les municipalités dont tous les usagers sont pourvus de compteurs, Sainte-Foy procède à un bilan complet permettant une estimation des débits moyens de consommation pour les différents types d'usagers alors que Cap-Rouge comptabilise le volume total annuel sans que ne soit distinguées les consommations de types ICI et résidentiel. Il faut bien voir que ce type de comptabilité était justifié pour une municipalité comme Cap-Rouge compte tenu de la forte prépondérance du secteur résidentiel sur son territoire.

Ces disparités posent toutefois le problème de la mesure et de la comptabilisation des volumes consommés dans la nouvelle Ville. Une telle comptabilité nous paraît importante à plusieurs égards. D'abord, elle permet aux gestionnaires de mieux comprendre les tendances observées dans les volumes distribués et de voir si elles résultent, par exemple, d'une augmentation de la demande ou encore d'une augmentation du taux de fuite en réseau. La mise en place de programmes ou d'interventions visant à assurer une rationalisation de la production d'eau potable doit se baser sur de telles analyses.

Les consommateurs majeurs de types industriel ou commercial sont dotés de compteurs dans toutes les municipalités. Seules les municipalités de Saint-Émile, Lac-Saint-Charles et Val-Bélair n'ont pas de compteurs pour ce type de consommateurs,

encore que leur nombre est sans doute très petit. Par ailleurs, le critère conduisant à l'installation d'un compteur diffère d'une municipalité à l'autre, certaines utilisant un critère basé sur un débit minimum annuel, d'autres sur le diamètre de la conduite alimentant l'édifice. En revanche, le secteur institutionnel est généralement mal desservi en matière de compteurs, la raison en étant que les usagers de ce secteur ne sont pas facturés. Peu de municipalités ont doté les institutions de compteurs et, dans plusieurs cas, même si les compteurs sont installés, les relevés ne sont pas effectués. Enfin, de l'avis de plusieurs des gestionnaires rencontrés, le volume total consommé par ce secteur est mal connu et très difficile à estimer. Toutefois plusieurs gestionnaires soupçonnent une consommation très élevée pour ce secteur et de nombreux gaspillages.

En fait, suite à l'évaluation faite de la situation actuelle et des discussions avec les gestionnaires, il semble beaucoup plus avantageux de s'attaquer d'abord à la consommation non résidentielle dans un objectif de rationalisation de la consommation et plus particulièrement aux consommateurs majeurs de ce secteur. Dans cette optique, afin de mieux connaître les volumes consommés par les usagers de ce secteur, il serait primordial d'effectuer un relevé exhaustif des gros consommateurs présents sur le territoire de la nouvelle Ville. Une fois cette liste établie, les consommateurs importants ne possédant pas de compteurs devraient en être dotés, particulièrement ceux du secteur institutionnel.

La question des compteurs résidentiels appelle un commentaire. L'installation de compteurs à l'ensemble des citoyens de la nouvelle Ville n'est pas souhaitable et ce pour deux raisons. D'abord, en terme d'impact sur la réduction de la consommation, les effets seront sans doute mitigés à court terme et nuls à moyen terme compte tenu des coûts en jeu. Par ailleurs, les investissements que nécessiteraient une telle opération seraient élevés puisque les résidences de trois municipalités seulement, représentant 20 % de la population de la nouvelle Ville, sont actuellement dotées de compteurs. L'unique avantage d'une telle opération, et cet avantage suppose que les relevés soient effectués et comptabilisés, serait de permettre l'établissement d'un bilan d'eau complet et une estimation plus juste des volumes d'eau perdus en fuite.

Mesures de contrôle en matière de consommation d'eau potable

Les analyses de la section 3.1.5.3 ont montré une grande disparité dans les valeurs moyennes des débits résidentiels (voir tableau 3.12). Plusieurs de ces valeurs englobent toutefois les consommations de type institutionnel non mesurées ou non comptabilisées dans le volume du secteur ICI. Il va sans dire qu'une meilleure estimation de ces volumes consommés permettrait du même coup une estimation plus juste des débits moyens résidentiels.

Les débits résidentiels moyens dépendent d'une foule de paramètres liés à certaines caractéristiques des municipalités (nombre de maisons, de logements, nombre d'habitant par maison, nombre de piscines, etc.). Aucune analyse n'a toutefois été réalisée dans le cadre de la présente étude afin de lier les débits résidentiels moyens estimés pour chaque municipalité aux caractéristiques de celle-ci.

Les mesures de contrôle et de sensibilisation en matière de consommation d'eau potable se sont limitées, dans la plupart des municipalités, au seul secteur résidentiel. Ainsi, presque toutes les municipalités appliquent une réglementation de type pair-impair pour l'arrosage (alternance journalière de la permission d'arroser entre les numéros civiques pairs et impairs). Aucune municipalité n'a cependant adopté une approche coercitive dans l'application de ce règlement. L'approche préconisée s'appuie plutôt sur la sensibilisation des citoyens. Ainsi, certaines municipalités embauchent des étudiants chargés de distribuer des avis et d'expliquer le pourquoi d'une telle réglementation. D'autres municipalités ont adopté des approches plus élaborées. Toutefois, mis à part Charlesbourg qui chiffre à 8%, sur une période de six ans, la diminution de la consommation suite à la mise en place de son programme d'économie d'eau, il est difficile d'évaluer l'impact réel de ces mesures sur la consommation résidentielle.

Un meilleur contrôle de la demande en période de pointe est l'un des enjeux pour la consommation résidentielle. Plusieurs municipalités éprouvent de grandes difficultés à satisfaire cette demande, même si leurs installations et leur capacité d'approvisionnement leur permettent de satisfaire à la demande en période normale. Il faudrait voir à élaborer une réglementation visant par exemple, au même titre que

l'arrosage, un remplissage des piscines par quartier ou par secteur de sorte que cette forte demande pourrait s'étaler sur plusieurs jours.

Un tel objectif doit évidemment s'inscrire dans une démarche plus large visant la réduction globale de la consommation d'eau potable et, à ce titre les mesures d'économie proposées par exemple par Réseau environnement pourraient être mises de l'avant (Réseau environnement, 2000a).

En **résumé**, les enjeux majeurs en matière de consommation sont :

- Gestion de la demande en période de pointe
- Mise en place de programmes d'économie d'eau
- Comptabilisation des volumes des grands consommateurs et particulièrement du secteur institutionnel
- Rationalisation de la consommation d'eau potable chez les grands consommateurs

4.4 DISTRIBUTION

Les constats énoncés et les enjeux identifiés dans cette section concernent les différents aspects de la distribution, à savoir l'état structural des réseaux, la performance hydraulique des réseaux, les pressions en réseau, le contrôle de qualité en réseau, les fuites et la protection incendie.

Performance hydraulique des réseaux

Les réseaux des municipalités appelées à former la nouvelle ville ont été construits à différentes époques et certains, à un moment ou à un autre, ont été alimentés à partir d'autres sources que les sources actuelles. C'est le cas entre autres de la municipalité de Sillery qui était alimentée à partir du fleuve avant 1990 et est maintenant alimentée par Québec à partir de la limite est de la Ville de Sillery (Grondin et al., 1995). Cette réalité historique, combinée à la topographie particulière de la ville et de la distribution des habitants sur le territoire fait en sorte que, par exemple, les temps de résidence de l'eau en conduite dans certains secteurs de la ville sont élevés. À ce titre, la municipalité procède actuellement à l'installation d'un poste de chloration supplémentaire. Il serait toutefois souhaitable que cette problématique soit examinée

plus globalement afin d'analyser la performance hydraulique des réseaux où de tels problèmes ont été identifiés et de voir si des correctifs structurels ne pourraient pas être apportés. Une évaluation précise de la performance hydraulique est aussi importante afin de pallier les déficiences identifiées en matière de protection d'incendie (voir section 3.6 et paragraphe plus bas sur la protection incendie) et d'assurer des temps de séjour en réseau acceptables (voir paragraphe plus bas sur le contrôle de la qualité en réseau).

Interconnexions

Plusieurs interconnexions existent qui, quoique opérationnelles, ne sont pas utilisées sur une base régulière. Quelques exemples de ces interconnexions sont donnés dans Génécot (2001a). L'intérêt de ce type d'information réside dans la possibilité que ces interconnexions offrent en terme d'alimentation de certains secteurs une flexibilité d'approvisionnement à d'autres sources (voir section 5.2).

État structural des réseaux

L'état structural des réseaux influe sur la qualité du service et sur l'efficacité de la distribution. Plusieurs facteurs ont une influence sur le processus de vieillissement des conduites et d'apparition des bris : l'âge, le type de matériau, le type de sol, le trafic, etc. (Pelletier, 2000). Cet état est généralement évalué à partir d'indicateurs indirects tels que les taux de bris et les fuites en réseau. Ainsi, à titre indicatif, un réseau comptant moins de 19 bris/100 km peut être considéré en bon état, entre 20 et 30 bris/100 km dans un état acceptable et une attention particulière doit être accordée lorsque l'on compte plus de 30 bris/ 100 km. Charlesbourg sur ce chapitre se démarque avec 48 bris/100 km. Les autres municipalités auraient des réseaux dans un état acceptable ou bon. Cependant, l'utilisation de ce seul indicateur peut être trompeuse puisque généralement le nombre de bris réparés correspond à des bris localisés en surface. Il est facile d'imaginer des cas où sans qu'il y ait rupture complète d'une conduite, la détérioration de l'état structural entraîne des fuites qui ne peuvent être détectées en surface.

Le bilan sur les volumes distribués, consommés et sur les pertes par les fuites effectué à la section 3.1.5, a permis par ailleurs d'estimer les pourcentages de fuites en réseau pour les différentes municipalités. Si plusieurs municipalités présentent des pourcentages de fuites très bas, d'autres montrent des taux relativement élevés. Supposant que l'objectif est de ramener le pourcentage de fuites sur l'ensemble du territoire de la nouvelle Ville à 15 %, il s'en suit une diminution possible de l'ordre de 2 à 5 % sur le volume distribué à l'échelle de la nouvelle ville.

Évaluation et suivi de l'état structural des réseaux

Les réseaux des différentes municipalités de la nouvelle Ville de Québec ont des âges différents, des caractéristiques différentes et le suivi de l'état structural est très divers. Même si globalement l'état structural des réseaux de plusieurs municipalités semble acceptable, les indicateurs laissent penser cependant que l'état structural de certains autres ne l'est pas (cf. section 3.4). Par ailleurs, il est primordial, même dans le cas de réseau dont l'état structural semble satisfaisant, d'effectuer un suivi puisque, inexorablement, cet état structural se détériorera entraînant, si rien n'est fait, des pertes importantes en réseau et une augmentation du risque de bris majeurs et les pertes de service qui en découlent. Un tel suivi est nécessaire aussi afin de procéder à une planification optimale des interventions de remplacement et de réhabilitation. La difficulté que pose l'évaluation de l'état structural des réseaux exige que toutes les données disponibles s'y rapportant soient colligées et analysées (Pelletier, 2000). Une telle approche, toujours dans un contexte d'opération et d'optimisation des interventions, devrait inclure les données relatives des autres infrastructures (e.g. réseaux d'égout et chaussées) puisque les interventions sur ces infrastructures se font souvent de façon simultanée. La mise en commun des informations des différentes municipalités devrait être l'occasion pour la nouvelle Ville de développer une plateforme unique pour le traitement, la gestion et l'analyse des informations relatives aux réseaux tant sous ses aspects hydrauliques que structuraux. La mise en place et l'utilisation d'outils d'analyse (modèles, systèmes d'aide à la décision) permettront par ailleurs une optimisation de l'opération du réseau, un meilleur suivi et une meilleure planification des interventions. Certaines municipalités (Loretteville, Québec et Sainte-Foy par exemple) disposent déjà d'outils de traitement et d'analyse de leurs données.

La mise en commun de ces outils, leur intégration, l'extension de leur utilisation à l'ensemble de la nouvelle Ville et le développement d'outils diagnostiques plus performants seraient souhaitables. Une recommandation similaire a été faite par Gagnon (2001) dans le cadre d'une étude sur les infrastructures urbaines réalisée pour le compte du Comité de transition de la nouvelle Ville de Québec.

Programme de remplacement et de réhabilitation des conduites

Supposant un taux de fuite global de l'ordre de 15 % du volume distribué pour l'ensemble du réseau de la nouvelle ville, le volume récupéré serait de l'ordre de 2 à 5 %. Évidemment, une telle réduction n'est possible que si des efforts sont consentis par la nouvelle Ville afin de remplacer ou réhabiliter les parties de réseau les plus endommagées. L'estimation des taux de fuites nous permet déjà d'identifier les municipalités où l'on peut escompter les gains les plus importants. Un programme devra être mis en place, parallèlement à l'instauration d'un programme d'évaluation et de suivi de l'état structural (voir paragraphe précédent) de suivi, afin d'optimiser les interventions sur le réseau et de maintenir un niveau de fuite acceptable en réseau. Une telle initiative, combinée à d'autres visant à rationaliser la consommation sur le territoire de la nouvelle Ville, permettrait d'optimiser la production actuelle et de limiter la croissance des volumes distribués qui se traduiraient par une augmentation des prélèvements aux différentes sources d'approvisionnement.

Contrôle de la qualité en réseau

La mise en place des nouvelles normes en réseau obligera la nouvelle ville à définir une nouvelle stratégie d'échantillonnage qui devra être homogène sur tout le territoire et couvrir plus spécifiquement les secteurs problématiques de certaines municipalités. Il va sans dire que la révision de la performance hydraulique proposée plus haut vise, entre autres, à réduire les temps de séjour et donc à diminuer les risques inhérents à ces situations. Une attention particulière devra être accordée aux mesures actuellement en cours concernant les concentrations de THM en réseau. Bien qu'aucun problème particulier ne soit appréhendée, il faudra que la nouvelle Ville s'en assure. Par ailleurs, les mesures de résiduel de chlore devraient être étendues à l'ensemble du réseau de sorte à permettre une identification plus précise des zones où des problèmes peuvent

subsister. Enfin, l'évaluation de la performance hydraulique devrait considérer les temps de contact, particulièrement au niveau des réservoirs.

Protection incendie

Bien que la présente étude n'ait pas permis une identification détaillée des déficiences identifiées sur les réseaux, il semble important pour la nouvelle Ville de se pencher sur cette question. Un recensement de ces déficiences est nécessaire. De même la réévaluation de la performance hydraulique du réseau devrait considérer ces déficiences et identifier les mesures à mettre en place pour assurer une protection d'incendie adéquate sur l'ensemble du territoire.

En ***résumé***, les enjeux touchant la distribution sont :

- Performance hydraulique de certains secteurs
- Évaluation et amélioration du suivi de l'état structural des réseaux (fuites)
- Programme de contrôle de la qualité en réseau
- Déficiences au niveau de la protection incendie

5. PISTES DE SOLUTION ET MANDATS TECHNIQUES

Le contexte de la fusion des municipalités nous a conduit à examiner les différentes problématiques et enjeux identifiés dans une perspective plus large afin de voir si des solutions applicables à l'échelle de la nouvelle Ville ne seraient pas plus efficaces que les solutions envisagées jusqu'ici à l'échelle de chaque municipalité. Les enjeux identifiés au chapitre précédent constituent en quelque sorte la toile de fond à partir de laquelle différentes pistes de solutions sont identifiées. Ce chapitre présente ces pistes de solutions et répertorie les questions importantes à examiner plus attentivement afin d'évaluer la faisabilité de certaines solutions. Quatre mandats ont été définis afin d'examiner divers aspects techniques ou de demander un avis d'expert sur ces problématiques. La section 5.1 décrit la nature de ces mandats et un résumé des faits saillants et des conclusions de chacune de ces études est présenté à la section 5.2.

5.1 DESCRIPTION DES MANDATS

A. POTENTIEL D'APPROVISIONNEMENT À LA RIVIÈRE MONTMORENCY

Une étude est nécessaire afin d'estimer le potentiel d'approvisionnement à la rivière Montmorency en fonction des données historiques disponibles et des contraintes particulières à ce bassin versant (e.g. maintien d'un débit esthétique pour la chute Montmorency, problématique des embâcles, des zones inondables, etc.). Enfin, il s'agira de voir s'il ne serait pas possible d'utiliser certains plans d'eau en amont comme ouvrage de retenue afin d'assurer un contrôle de l'approvisionnement et de réguler le cours d'eau.

B. POTENTIEL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU SOUTERRAINE POUR LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC

Une analyse des données et études actuelles permettant d'évaluer le potentiel d'approvisionnement en eau souterraine pour la nouvelle Ville de Québec est requise. Une évaluation de la vulnérabilité des sites d'approvisionnement, compte tenu de la problématique de Val-Bélair, est aussi à souhaitable.

C. REDISTRIBUTION DES POTENTIELS D'APPROVISIONNEMENT EN FONCTION DES CAPACITÉS DE TRAITEMENT ET DE LA DEMANDE

L'objectif est de valider diverses solutions favorisant une redistribution des volumes produits et distribués mieux adaptée au potentiel d'approvisionnement des différentes sources et aux capacités de production en place. Une telle redistribution exige une connaissance plus poussée des potentiels d'approvisionnement à la rivière Montmorency et en eaux souterraines (points A et B ci-haut). Cette redistribution doit viser les objectifs suivants :

- apporter une solution au problème de l'approvisionnement en eau potable de Charlesbourg à partir des eaux de surface;
- permettre une diminution de la pression sur le bassin versant de la rivière Saint-Charles;
- utiliser la rivière Montmorency comme pôle d'alimentation du secteur est de la nouvelle Ville.

Pour atteindre ces objectifs, trois alternatives peuvent être envisagées. La première consiste à :

- (i) examiner la possibilité d'approvisionner la Ville de Charlesbourg depuis Québec en délestant des secteurs actuellement alimentés par Québec à la faveur de Sainte-Foy;

Une étude en ce sens a déjà été produite par la firme Génécort à la demande de la Ville de Charlesbourg (Génécort, 2001c) Divers scénarios de redistribution des volumes produits aux usines de Québec, Sainte-Foy et Beauport y sont examinés tenant compte des capacités de production et d'approvisionnement propres à chacune de ces infrastructures. Même si divers aménagements sont possibles, globalement il semble difficile de pouvoir envisager la possibilité d'alimenter Charlesbourg depuis les infrastructures existantes et les sources d'approvisionnement actuelles.

Dans ce cas, advenant la construction d'une usine de traitement à l'est de la nouvelle ville, les deux alternatives suivantes sont possibles :

- (ii) à la faveur de la construction de l'usine alimentant Charlesbourg, vérifier la possibilité d'augmenter la capacité de celle-ci en vue d'alimenter certains secteurs actuellement desservis par l'usine de Québec, et ce afin de diminuer la pression sur la rivière Saint-Charles et d'assurer une sécurité d'approvisionnement à long terme;
- (iii) à la faveur de la construction de l'usine alimentant Charlesbourg, faire de cette usine le pôle d'alimentation de tout le secteur est de la nouvelle ville incluant Beauport et les secteurs limitrophes actuellement alimentés par l'usine de Québec.

La vision qui se dégage de la dernière hypothèse est celle d'une ville alimentée à partir de trois pôles distincts. Un premier pôle est représenté par l'usine de l'Est et la rivière Montmorency alimentant tout le secteur est de la nouvelle Ville (Charlesbourg, Beauport et les secteurs à l'est de la Ville de Québec); le deuxième pôle consiste en l'usine de Québec et la rivière Saint-Charles desservant les secteurs actuellement alimentés par Québec moins quelques secteurs à l'est; enfin, le troisième pôle consiste en l'usine de Sainte-Foy et le fleuve Saint-Laurent desservant les secteurs ouest de la nouvelle Ville (Sainte-Foy, Cap-Rouge et Saint-Augustin). Les différents scénarios décrits plus haut doivent être examinés en fonction des potentiels d'approvisionnement de chaque source et des possibilités d'interconnexion entre les réseaux.

D. AJOUT D'UN TRAITEMENT D'APPOINT À L'USINE DE SAINTE-FOY

L'éventualité d'ajouter un traitement d'appoint à l'usine de Sainte-Foy doit être examinée dans le but d'augmenter l'efficacité de traitement eu égard à certains polluants plus susceptibles d'être rencontrés dans le fleuve Saint-Laurent. Ce traitement d'appoint doit tenir compte de la capacité actuelle de l'usine et de la nature du traitement qui y est déjà effectué.

Les mandats ont été octroyés aux consultants Génécor (mandats A et C), aux consultants BPR CSO (mandat D) et à M. René Lefebvre de l'INRS-Géoressources (mandat B). Les rapports rédigés dans le cadre de ces différents mandats sont joints aux annexes D à F. La section suivante présente un résumé des principales conclusions de ces mandats.

5.2 FAITS SAILLANTS ET CONCLUSION DES MANDATS

A. POTENTIEL D'APPROVISIONNEMENT À LA RIVIÈRE MONTMORENCY

Les principales conclusions relatives au potentiel d'approvisionnement à la rivière Montmorency sont :

- il n'existe pas de valeurs de référence quant aux débits minimum à maintenir en rivière. Plusieurs valeurs existent mais la base de calcul de ces débits n'est pas établie (e.g. pour l'opération du barrage des Marches-Naturelles);
- la valeur de débit esthétique à maintenir à la chute Montmorency n'a pu être établie précisément mais se situerait entre 5,4 m³/sec et 7 m³/sec;
- une étude de 1980 avait établi à 1,17 m³/sec (101 088 m³/jour) la capacité de prélèvement dans la rivière Montmorency. Cette valeur correspond à peu de choses près à la capacité actuelle de prélèvement de Charlesbourg et Beauport. Il faut se rappeler que la consommation moyenne actuelle totale de ces deux municipalités est d'environ 62 000 m³/j;

- le lac des Neiges pourrait être utilisé comme ouvrage de retenue. Cette retenue pourrait permettre d'assurer un soutien aux étiages et une régularisation des débits déclencheurs des embâcles.

Si le potentiel d'approvisionnement à la rivière Montmorency semble établi, il reste à fixer plus précisément les paramètres devant régir le volume maximal qui pourra être prélevé dans l'optique où celui-ci serait augmenté à plus de 1,17 m³/sec (101 088 m³/jour). Toutefois, une augmentation du volume de prélèvement semble envisageable. L'utilisation du lac des Neiges comme ouvrage de retenue permettrait d'augmenter ce potentiel d'approvisionnement sans compter les avantages que cette option comporte tant en matière de stabilité de l'approvisionnement, de contrôle des crues et des embâcles, que de soutien aux débits d'étiage et aux débits esthétiques de la chute Montmorency.

B. POTENTIEL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU SOUTERRAINE POUR LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC

Les principales conclusions sont :

- l'approvisionnement actuel dans le secteur nord démontre la viabilité de ce mode d'alimentation;
- il est probable que les aquifères utilisés pour l'approvisionnement des municipalités situées au nord de la région de Québec se prolongent vers le sud;
- les sédiments de la dépression Cap-Rouge/Limoilou pourraient offrir un potentiel aquifère mais celui-ci n'est pas démontré;
- l'état des connaissances sur les eaux souterraines dans la région de Québec est très limitée et il serait nécessaire de mieux le définir;
- l'importance d'établir un programme de protection des approvisionnements en eau souterraine.

Il ne semble donc pas possible de statuer sur le potentiel réel d'approvisionnement en eaux souterraines sans procéder à des études de terrain (Lefebvre et al., 2001). Des travaux de cet ordre sont en cours dans la Ville de Charlesbourg afin de vérifier le

potentiel dans le secteur en aval du réservoir des Érables. Les résultats de ces recherches seront disponibles sous peu (BPR, 2001; Génécór, 2001e).

C. REDISTRIBUTION DES VOLUMES PRODUITS EN FONCTION DES CAPACITÉS DE TRAITEMENT ET DES POTENTIELS D'APPROVISIONNEMENT

Les faits saillants et les conclusions relatives à ce mandat sont :

- le scénario d'évolution démographique retenu prévoit une diminution de la population de l'ordre de 5,5 % entre 2020 et 2041. Le maximum de population sera atteint en 2020 alors que la population de la nouvelle Ville sera 530 000 personnes;
- le scénario de projection de la demande en eau potable retenu prévoit une augmentation de 10,6 % du volume distribué en 2041. Le volume distribué par habitant sera alors de 654 l/jour-personne. Cette augmentation est imputable d'une part à une augmentation présumée des volumes perdus en fuite, qui passeront de 16 à 20 % du volume distribué et à une diminution du nombre d'usagers par famille;
- dans le cas de Beauport, les coûts de mise à niveau sont estimés à 5 000 000 \$. La mise à niveau consiste en l'ajout d'un traitement d'appoint (Génécór, 2000b) en vue de se conformer aux nouvelles normes en matière d'eau potable, l'augmentation de la capacité de traitement en pointe qui sera portée à 63 000 m³/jour et au rehaussement des digues protégeant des bassins de captation (Leclerc et al., 2000);
- toute augmentation de la capacité de traitement à Beauport au delà de la valeur de 63 000 m³/jour nécessiterait l'ajout d'une filière coagulation – floculation – sédimentation – filtration (selon procédé *Actiflo*) pour le traitement des eaux brutes que les galeries ne pourraient traiter (Roche, 2000). Les coûts de traitement s'en trouveraient significativement majorés;
- dans le cas de Charlesbourg, les paramètres de base retenus pour la construction de l'usine sont une localisation de celle-ci conformément à ce qui est suggéré dans Génécór (2000a), à savoir près de l'ouvrage E de l'Aqueduc régional (station de chloration) et un traitement de type coagulation-microfiltration sur membrane. Les

coûts prévus, incluant les ouvrages d'adduction, les réservoirs et la station de traitement sont de l'ordre de 24 500 000 \$. La capacité de traitement serait de 60 000 m³/jour;

- dans l'hypothèse où l'on désirerait augmenter la capacité de traitement à Charlesbourg, diverses interventions seraient requises : rehaussement du lac des Roches, dédoublement de l'ouvrage A et du tronçon en aval du lac Des Roches. L'augmentation de la capacité de traitement au delà de 65 000 m³/jour nécessiterait le rehaussement du lac Des Roches (coûts de 4 900 000 \$). Ces estimations sont évidemment basées sur l'hypothèse d'une localisation de l'usine de traitement près de l'ouvrage E;
- dans les conditions actuelles (scénario 1), les investissements totaux nécessaires conformément aux hypothèses énoncés plus haut, pour que l'eau potable alimentant les villes de Beauport et de Charlesbourg respecte les nouvelles normes s'élèvent à 30 000 000 \$. La capacité de production serait alors de 99 400 m³/jour (1,15 m³/sec);
- trois raccordements sont possibles entre les réseaux de Charlesbourg et Beauport et celui de Québec en vue de diminuer les prélèvements à la rivière Saint-Charles. Le débit moyen de ces trois secteurs totalise 30 000 m³/jour et un débit maximal total de 45 000 m³/jour (0,52 m³/sec). Le coût de ces raccordements est estimé à 1 650 000 \$;
- le scénario 2 considère les paramètres suivants :
 - mise aux normes de l'usine à Beauport en vue d'augmenter la capacité de traitement à 72 000 m³/jour (accroissement pompage et chaîne de traitement coagulation – floculation – décantation – filtration);
 - construction d'une station de traitement à Charlesbourg d'une capacité de 65 000 m³/jour;
 - alimentation à travers une interconnexion à la 41^e Rue pour alimenter des secteurs de Québec pour une capacité de 15 000 m³/jour.

Les capacités des usines sont estimées en fonction des besoins actuels. La croissance prévue de la demande de ces municipalités sur l'horizon 2041 est de 1 800 m³/jour ou 2 700 m³/jour en pointe, qu'il faudrait donc soustraire des débits pouvant être acheminés à Québec par l'interconnexion de la 41^e Rue. Le coût de ce projet est de 42 500 000 \$ et le prélèvement nominal à la Montmorency serait de 108 400 m³/jour (1,25 m³/sec).

D. AJOUT D'UN TRAITEMENT D'APPOINT À L'USINE DE SAINTE-FOY

Les faits saillants et les conclusions relatives à ce mandat sont :

- quatre alternatives de traitement sont considérées : nanofiltration (MEM), filtre au charbon actif biologique (CAGB), charbon activé en poudre (CAP) et charbon activé en poudre combiné à un remplacement des décanteurs actuels (CAP + DEC);
- le traitement par nanofiltration, bien que le plus performant, est le plus coûteux tant en terme d'investissement que de coût d'opération;
- des quatre alternatives de traitement examinées, trois (CAGB, CAP et CAP + DEC) demanderaient des investissements de moins de 7 000 000 \$.

Il est recommandé de considérer l'alternative (CAP + DEC). Des essais pilotes en parallèle avec la filière actuelle pourraient permettre de préciser les dosages requis et d'estimer l'efficacité du traitement.

6. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

Le présent chapitre dresse la liste des recommandations présentées dans ce rapport et présente l'argumentaire sur lequel s'appuient ces recommandations. Ces recommandations sont de deux ordres. D'abord un premier groupe touche à la question de la redistribution des volumes produits en fonction des capacités de traitement et des potentiels d'approvisionnement et aborde du coup les problématiques de Charlesbourg et Beauport. Le second groupe s'attarde sur la gestion optimale des réseaux ainsi que la rationalisation de la demande et le maintien d'un taux minimal de perte en réseau.

6.1 ALIMENTATION ET DISTRIBUTION DANS LA NOUVELLE VILLE DE QUÉBEC

- **Trois pôles de production et d'alimentation**

L'alimentation, la production et la distribution de l'eau potable dans la nouvelle ville de Québec devraient être axées autour de trois grands pôles : l'usine de Sainte-Foy pour le secteur ouest, l'usine de Québec pour le secteur centre et la future usine de l'Est alimentant le secteur est de la nouvelle ville (voir figure 6.1).

- **Usine de l'Est**

Considérant la problématique de Charlesbourg et les capacités de production actuellement en place, il est proposé de construire une usine unique dans le secteur est de la nouvelle ville s'approvisionnant à la rivière Montmorency et desservant d'abord les municipalités de Charlesbourg et les secteurs à l'est de l'actuelle ville de Québec, présentement alimentés par cette dernière. Cette solution a d'abord l'avantage d'utiliser une source d'approvisionnement, la rivière Montmorency, offrant un potentiel certain, de résoudre le problème d'alimentation de la ville de Charlesbourg et de diminuer quelque peu la pression sur le bassin versant de la rivière Saint-Charles. Selon les scénarios envisagés, une moyenne de 10 000 à

30 000 m³/jour (0,12 à 0,35 m³/sec) pourrait être restituée au bassin versant de la rivière St-Charles, et ce pour un coût maximal de 1 650 000 \$ (coût des raccordements). L'un des scénarios permettrait même de restituer 10 000 m³/jour à un coût de raccordement négligeable. Compte tenu par ailleurs de la situation actuelle à Beauport, l'option d'alimenter cette ville à partir de cette usine et donc d'établir la capacité de production de cette dernière en conséquence, devrait être très sérieusement considérée et évaluée. Cette usine de l'Est alimentée à la rivière Montmorency constituerait le pôle est de l'alimentation de la nouvelle Ville. Dans l'optique où cette usine alimenterait Charlesbourg, Beauport et les secteurs est de Québec, une capacité de l'ordre 120 000 m³/jour (1,38 m³/sec) devrait être prévue. Les coûts d'une telle usine (filtration par membranes) seraient de l'ordre de 45 000 000 \$ auxquels on pourrait ajouter un réservoir de 100 000 m³ comme sécurité d'approvisionnement. Un tel scénario permettrait de :

- diminuer le prélèvement actuel à la rivière Saint-Charles d'environ en moyenne 10 000 m³/jour;
- soutenir la croissance du secteur ouest par l'usine de Sainte-Foy;
- rencontrer l'accroissement de la demande en eau suivant le scénario décrit plus haut jusqu'à l'horizon de 2040.

- **Augmentation de l'approvisionnement à la rivière Montmorency**

Le mandat confié à Génécor (2001a) a permis de mettre en lumière un certain nombre de points importants. D'abord, la capacité de prélèvement actuelle de 101 088 m³/jour (1,17 m³/sec) pourrait sans doute être augmentée mais une analyse plus poussée devra être menée afin d'établir une base de calcul solide permettant d'estimer la capacité de prélèvement. Par ailleurs, l'utilisation du lac des Neiges comme ouvrage de retenue devrait être considérée. Un tel ouvrage pourrait jouer un triple rôle : assurer une stabilité d'approvisionnement en eau potable, soutenir les étiages et diminuer les débits déclencheurs des embâcles. Cet ouvrage, combiné à des infrastructures de stockage adéquat, permettrait de mieux contrôler les prélèvements lors des périodes de pointe de la demande et ainsi minimiser les impacts sur les débits en période d'étiage.

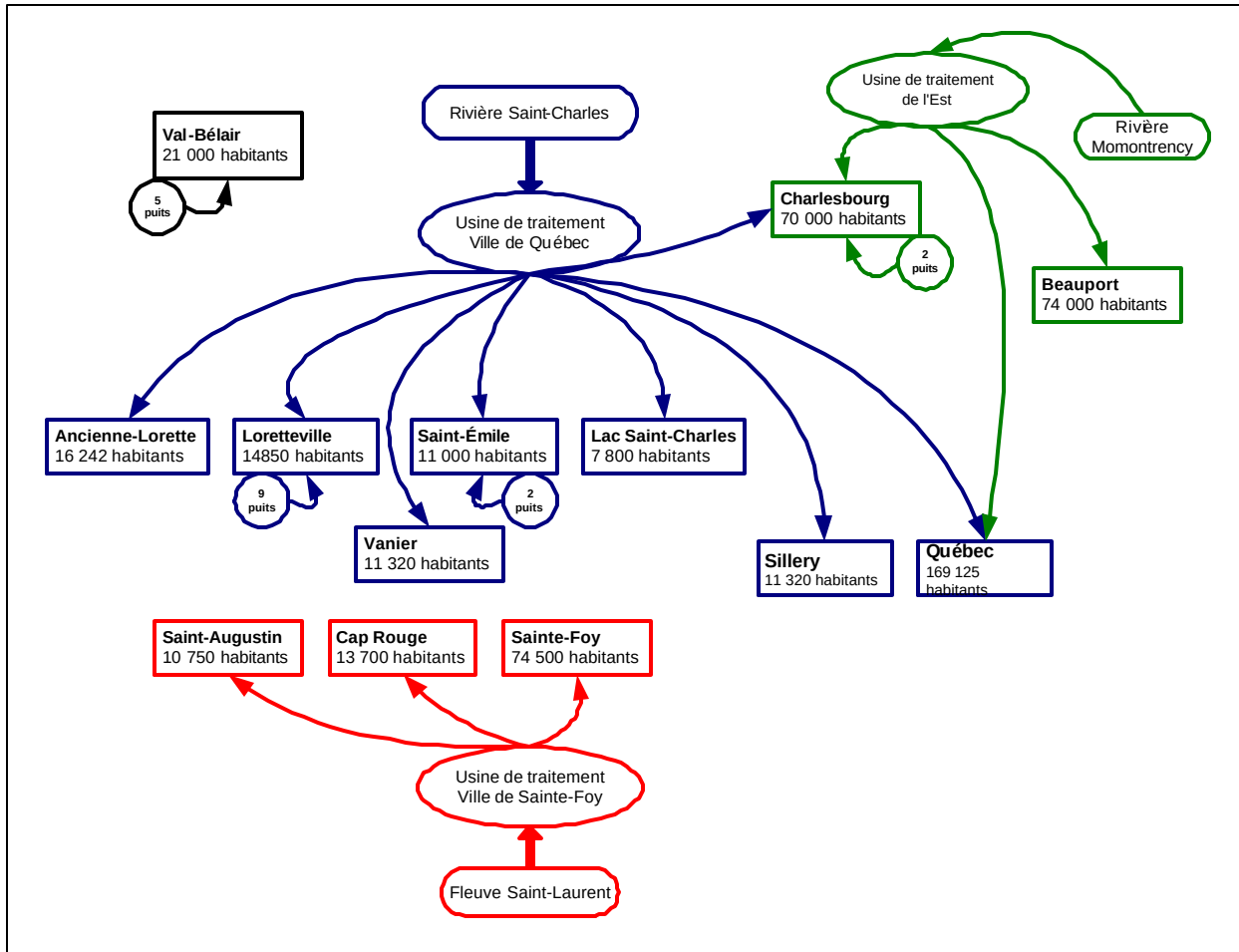


Figure 6.1 Schéma proposé de l'alimentation, de la production et la distribution de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec

- **Localisation de l'usine de Charlesbourg**

La proposition initiale de Génécór suggérait un emplacement près de l'ouvrage E de l'Aqueduc régional, ce afin d'utiliser le lac Des Roches comme réservoir d'eau brute (Génécór, 2000a). Cette localisation devrait être revue en faveur d'une localisation à proximité de la rivière Montmorency sur la base des considérations suivantes :

- o le type de traitement proposé (filtration sur membrane) exige d'importantes quantités d'eau et entraîne des rejets de lavage des filtres de l'ordre de

30 % (Donald Ellis, communication personnelle), ce qui suggère qu'il serait nécessaire de pomper 30 % plus d'eau que la capacité de traitement effective de l'usine. Par ailleurs, le prélèvement à la Montmorency devrait être majoré de 30 % sans que cette eau ne soit restituée à ce cours d'eau;

- o la ponction annuelle moyenne dans le sous-bassin versant de la rivière Duberger pour l'alimentation de Charlesbourg est de l'ordre de $8\,900\text{ m}^3/\text{jour}$ ($0,1\text{ m}^3/\text{sec}$). Bien que ce prélèvement puisse paraître faible, il représente approximativement 10 % du débit minimal actuellement considéré par la Ville de Québec dans son opération du barrage, à savoir $0,9\text{ m}^3/\text{sec}$;
- o dans la perspective où l'usine de l'Est alimente Beauport, la localisation de l'usine près de la rivière Montmorency permettrait d'alimenter gravitairement cette dernière. Autrement, les volumes distribués à Beauport devraient être pompés à l'usine puis distribués à Beauport.

L'examen de la localisation de l'usine alimentant Charlesbourg devrait donc intégrer l'ensemble de ces considérations de même que la question de la sécurité d'approvisionnement (réservoir de régulation) et des coûts d'opération, dont les coûts de pompage.

- **Pôles centre et ouest de l'alimentation de la nouvelle ville**

L'alimentation des secteurs centraux et ouest de la nouvelle ville sera assurée comme maintenant par les usines de Québec et de Sainte-Foy. La seule modification suggérée suite à la mise en opération de l'usine de l'Est est l'alimentation depuis cette dernière des secteurs est de l'actuelle ville de Québec, ce afin de répondre à l'objectif visant à diminuer la pression sur la rivière Saint-Charles. Quant à l'usine de Sainte-Foy, la consolidation des infrastructures existantes (voir les paragraphes suivants) permettra sans problème de répondre à la demande à moyen terme de tout le secteur ouest de la nouvelle Ville;

- **Prise d'eau de Sainte-Foy**

Considérant l'état préoccupant de la prise d'eau à Sainte-Foy et la proposition décrite plus haut de consolider l'approvisionnement de l'ouest de la nouvelle ville autour de l'usine de Sainte-Foy, il est recommandé de procéder à la réfection de cette infrastructure ainsi qu'à sa relocalisation. En effet, les problèmes importants que la localisation actuelle pose et les impacts majeurs qu'une défaillance prolongée auraient sur l'approvisionnement du secteur ouest de la nouvelle Ville justifient une intervention. Les coûts d'une relocalisation de la prise d'eau ont été estimés à environ 6 000 000 \$. Toutefois, malgré le caractère relativement urgent de cette intervention, il est suggéré de revoir la localisation proposée dans le cadre des études réalisées pour Sainte-Foy (Ville de Sainte-Foy, 1999) afin de tenir compte des impacts appréhendés des changements climatiques sur l'évolution du front salin d'une part, et sur les panaches de diffusion des rejets de l'usine d'épuration de la CUQ.

- **Ajout d'un traitement d'appoint à l'usine de Sainte-Foy**

Toujours dans l'esprit d'une consolidation de l'alimentation de la partie ouest de la nouvelle Ville autour de l'usine de Sainte-Foy, il est suggéré d'examiner plus attentivement la possibilité d'ajouter un traitement d'appoint à cette dernière afin de diminuer encore davantage les risques pour la santé publique résultant de la

présence d'un nombre important de sources potentielles de polluants dans le bassin du fleuve Saint-Laurent. Les résultats du mandat traitant de cet aspect montrent que différentes options sont possibles à des coûts raisonnables de l'ordre de 2 000 000 \$ pour un traitement d'appoint de type charbon activé en poudre combiné à un remplacement des décanteurs et de 7 000 000 \$ pour un traitement d'appoint de type charbon activé biologique. Une caractérisation plus poussée des polluants présentant le plus grand risque et susceptibles de se retrouver au niveau de la prise d'eau est cependant nécessaire afin d'identifier le traitement le plus adéquat.

- **Recherche et protection des eaux souterraines**

Bien que ce type d'approvisionnement offre de multiples avantages, les données actuelles permettant de statuer sur le potentiel réel de cette ressource sont minces. Les recherches effectuées par différentes municipalités au cours des dernières années ont par ailleurs été peu fructueuses. Celles actuellement menées par la Ville de Charlesbourg devraient apporter un éclairage supplémentaire. Les résultats devraient être disponibles sous peu. Ce qui nous semble plus important dans le contexte actuel, compte tenu des besoins importants auxquels la nouvelle Ville a à faire face, est de tabler sur une consolidation de l'approvisionnement en eaux de surface. Le potentiel de cette ressource est tangible et quantifiable. Ceci étant dit, tout doit être mis en oeuvre afin d'assurer la pérennité de l'approvisionnement actuel en eaux souterraines à travers l'établissement d'un programme de protection de ces approvisionnements.

- **Pérennité de l'approvisionnement à Val-Bélair**

Le cas de Val-Bélair doit être considéré attentivement. Il est évident que le travail de suivi mis en oeuvre dans cette municipalité doit se poursuivre afin de voir l'évolution de la contamination. Le projet de traitement des TCE proposé récemment dans le cadre d'une étude demandée par la Ville doit être revu et comparé à d'autres alternatives comme par exemple un approvisionnement à partir de Québec par les deux interconnexions existantes à la hauteur des rues Pie-XI et Sainte-Geneviève. La capacité de réserve, entre 10 000 et 30 000 m³/jour, que donneraient à l'usine de

Québec les scénarios évoqués plus haut (alimentation des secteurs est de la Ville de Québec par la nouvelle usine Est) permettrait d'alimenter Val-Bélair (7 100 m³/jour en moyenne) en cas de problème majeur de contamination. Cette solution est évoquée mais des analyses plus poussées seraient nécessaires afin d'en vérifier la faisabilité et d'en estimer les coûts.

6.2 GESTION OPTIMALE DES RÉSEAUX, RATIONALISATION DE LA DEMANDE ET MAINTIEN D'UN TAUX MINIMAL DE PERTE EN RÉSEAU

Une estimation de l'évolution de la demande en eau potable a montré que, même si la population de la nouvelle Ville diminue dans les 40 prochaines années, l'on est à même de s'attendre à une croissance des volumes à produire de l'ordre de 10,6 %. De cette croissance, près de la moitié serait attribuable à la seule augmentation des pertes en réseau par les fuites. Évidemment, un tel scénario repose sur les hypothèses d'une croissance de l'ordre de 4% des volumes perdus par les fuites en réseau et d'une diminution du nombre de résidents par habitation. Il va sans dire que définir les capacités des usines de traitement à construire sur la base de scénarios où les volumes perdus en fuite ne seraient pas minimaux, est difficile à justifier. De même, compte tenu des investissements importants que la mise à niveau des infrastructures de production nécessitera et des pressions supplémentaires qu'une croissance induite exercerait sur les sources d'approvisionnement, il semble opportun, voire primordial de mettre en place une série de mesures visant à gérer de façon optimale les réseaux, à intervenir auprès des usagers afin de les sensibiliser et de rationaliser les volumes consommés et à maintenir un niveau de pertes par les fuites en réseau acceptable. Les recommandations qui suivent abordent ces différentes thématiques.

- **Programme d'économie d'eau potable pour le secteur non résidentiel**

En matière d'économie d'eau potable, il est recommandé de procéder à la mise en place d'un programme visant le secteur non résidentiel. Dans le but de mieux connaître les volumes consommés dans ce secteur, il est suggéré de recenser les consommateurs majeurs de la nouvelle Ville, définir un critère unique régissant

l'obligation d'installer un compteur, disposer des compteurs chez les consommateurs satisfaisant à ce critère et non encore pourvus de compteurs (particulièrement dans le secteur institutionnel) et analyser les consommations afin de voir si des économies pourraient être réalisées. Le cas échéant, la mise en place d'une stratégie d'intervention auprès de ces consommateurs devrait permettre une rationalisation des consommations et l'élimination des gaspillages.

- **Gestion de la demande en période de pointe**

Il est recommandé, afin de trouver des solutions au problème de la demande en période de pointe (on pense ici à la période de mai dans plusieurs municipalités où les citoyens procèdent au remplissage des piscines), de voir à l'élaboration et à la mise en place d'un programme visant à étaler cette demande sur une période plus longue, e.g. en permettant le remplissage des piscines à tour de rôle, secteur par secteur.

- **Optimisation de la gestion des réservoirs d'eau potable**

Divers scénarios d'optimisation de la gestion du réseau d'aqueduc de la nouvelle ville doivent être considérés afin, entre autres, de mieux gérer les consommations de pointe. Il s'agit ici de mieux utiliser les unités de stockage en réseau (e.g. le réservoir des Plaines) afin de pouvoir mieux répondre aux demandes des périodes de pointe. Il serait intéressant aussi de voir s'il n'est pas possible de gérer différemment les différents réservoirs sur le territoire et, le cas échéant, en ajouter à différents points stratégiques, toujours avec pour objectif une meilleure gestion des périodes de demande de pointe. Cette éventualité est d'autant plus pertinente et intéressante que dans le contexte de la nouvelle Ville, les gestionnaires pourront opérer les réseaux et les infrastructures de production de façon « intégrée » puisqu'ils auront le contrôle des infrastructures sur l'ensemble du territoire. L'examen des gains qu'une telle approche permettrait est à considérer sérieusement. Une telle optimisation pourrait permettre de répondre à une croissance éventuelle de la demande sans qu'il ne soit nécessaire d'augmenter les capacités de traitement en place.

- **Programme de suivi de l'état structural des réseaux**

Il est recommandé de mettre en place un programme de suivi de l'état structural pour l'ensemble des réseaux de la nouvelle Ville et ce afin de maintenir à terme un état structural adéquat sur l'ensemble du territoire et de maintenir à un niveau acceptable les volumes perdus par les fuites en réseau. On a vu que si un niveau cible de 15 % du volume distribué est fixé pour les fuites en réseau, il serait possible, à l'échelle de la nouvelle Ville, de récupérer selon nos estimations entre 5 000 m³/jour et 14 500 m³/jour. Ce programme de suivi devrait inclure la mise sur pied d'une ou des équipes chargées de la détection des fuites et la mise au point d'un système unique de gestion de l'ensemble des informations de la nouvelle Ville et des outils de gestion appropriés en vue d'une planification optimale des interventions sur le réseau.

- **Programme d'économie d'eau pour le secteur résidentiel**

La mise en place d'un programme d'économie d'eau sur l'ensemble du territoire est suggérée. L'exemple de Charlesbourg pourrait être utilisé et adapté aux autres secteurs de la nouvelle Ville.

7. CONCLUSION

Le Comité de transition de la Ville de Québec a accordé en août 2001 un mandat à l'équipe du professeur Jean-Pierre Villeneuve de l'INRS-Eau afin d'examiner la question de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans le nouveau cadre de gestion intégrée amené par la fusion des municipalités. Ce mandat consistait plus spécifiquement à :

- Décrire la situation actuelle de l'alimentation et de la distribution de l'eau potable en fonction de la demande actuelle et future et des ressources disponibles;
- Examiner la capacité des installations en place à produire une eau potable rencontrant les nouvelles normes de qualité de l'eau potable et, le cas échéant, indiquer les solutions et les coûts associés pour rencontrer les nouvelles normes;
- Identifier les axes de développement à favoriser en matière d'approvisionnement et d'infrastructures de traitement pour la nouvelle Ville;

Comme le suggère le deuxième point énoncé plus haut, parallèlement à l'instauration de la nouvelle Ville, le ministère de l'Environnement procédait à une refonte de sa réglementation en matière d'eau potable. Cette nouvelle réglementation impose une remise aux normes des installations de Charlesbourg et Beauport. Les solutions proposées dans le cadre de la présente analyse devaient donc fondre et intégrer ces deux aspects, à savoir le contexte particulier imposé par les fusions municipales et la nécessité pour la nouvelle Ville de respecter le nouveau règlement en matière d'eau potable pour l'ensemble de la production sur son territoire.

Le schéma global de l'alimentation en eau potable de la nouvelle Ville repose sur trois grands pôles d'approvisionnement et de production. Un premier pôle, constitué de l'usine de Sainte-Foy et du fleuve Saint-Laurent, alimenterait le secteur ouest de la nouvelle Ville. Divers aménagements sont proposés afin de maintenir, sécuriser et consolider ce pôle. Toute croissance de la demande dans le secteur ouest devra être supportée par ce pôle.

Un deuxième pôle d'approvisionnement et de production est constitué de l'usine de Québec et de la rivière Saint-Charles. Ces infrastructures supporteraient l'alimentation des secteurs actuellement desservis par l'usine de Québec, sauf quelques secteurs à l'est qui seraient pris en charge par la nouvelle usine de l'Est. L'objectif d'un tel transfert de production d'eau potable depuis l'usine de Québec à l'usine de l'Est est de diminuer légèrement la pression que le prélèvement actuel exerce sur le bassin versant de la rivière Saint-Charles.

Le dernier pôle serait formé de la nouvelle usine de l'Est et de la rivière Montmorency. Il est fortement recommandé de considérer la possibilité pour que cette usine alimente non seulement Charlesbourg mais aussi Beauport. La capacité de cette usine permettrait de répondre à la demande de tout le secteur est de la nouvelle Ville incluant quelques secteurs actuellement desservis par Québec, favorisant ainsi une redistribution des capacités de production et d'alimentation mieux adaptée au potentiel des différentes sources d'approvisionnement.

8. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGEXE (1998) Plan de gestion intégrée du bassin versant de la rivière Montmorency. Rapport réalisé par les étudiants du programme de maîtrise de l'institut d'Urbanisme de l'Université de Montréal. 120 p.
- Aquatech (1992) Ville de Loretteville – Eau potable Qualité des ressources. Rapport final présenté à la ville de Loretteville. 68 pages + 10 annexes.
- AQTE (1987) Une histoire de l'eau au Québec, d'hier à aujourd'hui. Supplément Sciences et techniques de l'eau. Vol. 20, no. 1 (février 1987).
- Argus, Consultants en environnement (1995) Aqueduc régional – Mesures d'économie d'eau. Rapport final présenté à la Ville de Beauport et la Ville de Charlesbourg. 88 pages.
- ATSDR (2001) Trichloroethylene – Cas 79-01-6. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry ToxFAQs, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. [En ligne] <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts19.pdf> (page consultée le 30 novembre 2001).
- 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. Tomes I et II. 761 pages + annexes.
- Boucher, J.-P. et F. Picard (1994) Cartographie des zones inondables – Rivière Montmorency, du rapide des Trois-Sauts jusqu'à l'île Enchanteresse. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction du milieu hydrique, Service de l'hydrologie et de la cartographie. Rapport no DH-94-01, 25 pages + annexes.
- Bourgault, Daniel (2001) Circulation and Mixing in the St-Lawrence Estuary. Thèse de doctorat. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences and Centre for Climate and Global Change Research. McGill University, Montréal. 127 pages + annexe.
- Bourgeois, G., J. Therrien, J.-F. Mercier, E. McNeil et A. Boudreault (1998) Étude d'optimisation de la gestion de l'eau de la rivière Saint-Charles. Rapport réalisé par le Groupe-conseil Génivar inc. pour la Ville de Québec. 106 p. + annexes.
- Boucher, J.-P. et F. Picard (1994) Cartographie des zones inondables – Rivière Montmorency, du rapide des Trois-Sauts jusqu'à l'île Enchanteresse. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction du milieu hydrique, Service de l'hydrologie et de la cartographie. Rapport no DH-94-01. 25 p. + annexes.

- BPR CSO (2001) Analyse d'un traitement d'appoint pour l'usine d'eau de Sainte-Foy. Rapport préparé par Charles Meunier et Michel Laverdière, présenté à l'INRS-Eau. Rapport no. CS0121. 6 pages.
- BPR (2001) Ville de Charlesbourg. Recherche en eau souterraine dans le secteur situé en aval du réservoir des Érables. Rapport préparé par Michel Tétrault et Jean Gauthier Rapport M53-00-53. Québec, Québec. 11 pages.
- BPR (2000) Étude hydrogéologique – Optimisation du potentiel aquifère du secteur des sources Bon-Pasteur - Ville de Charlesbourg. Rapport préparé par Jean Gauthier et Michel Tétrault Rapport M53-98-44. Québec, Québec. 23 pages.
- CAGEB (2001) Projet d'implantation d'une gestion intégrée par bassin versant pour la rivière Montmorency – Rapport final. Volume 1 - Le portrait du bassin versant. 118 p. + annexes. Volume 2 Le conseil de bassin : l'outil par excellence de la concertation. 26 pages + annexes.
- Consultants HGE (2001) Poursuite de la recherche en eau sur le territoire de Val-Bélair (Secteur de la Sodor). Rapport préparé par René Lamontagne pour la Ville de Val-Bélair. Projet HGE-01-1933. 11 pages + annexes.
- Consultants HGE (2000) Recherche en eau dans le secteur du domaine de la rivière Nelson, Ville de Val-Bélair. Rapport préparé par René Lamontagne pour la Ville de Val-Bélair. Projet HGE-99-1608. 7 pages + annexes.
- Consultants HGE (1999) Aménagement du puits P-4 en remplacement du puits P-1 existant. Rapport préparé pour le groupe-conseil Génivar pour la Ville de Saint-Émile. Rapport HGE-98-1494. 25 pages + annexes.
- Côté, Pierre-André (2000) La reconquête d'un lac et d'une rivière fragiles. Présentation dans le cadre du symposium 2000 Paris-Québec. 13 pages + annexes.
- CRÉAQ (1995). *Productions animales*. Novembre 1995, AGDEX 400.
- Desseau-Soprin (2000) Ville de l'Ancienne-Lorette – Alimentation en eau. 4 pages.
- Ellis, Donald, Sérodes, Jean et Christian Bouchard (2001) Étude de la coagulation-microfiltration de l'eau du lac des Roches : essais en laboratoire. Rapport remis à Pierre Hotte, Gestion du territoire, Ville de Charlesbourg. Université Laval, dossier VRR No 64522. 95 pages.
- Environnement Canada (1991a) Grands Fleuves, Dossier statistique. Rapport rédigé par Géo-Recherche D.G. enr. pour le Centre Saint-Laurent.
- Environnement Canada (1991b) Les niveaux d'eau du fleuve Saint-Laurent. [En ligne]. http://www.biosphere.ec.gc.ca/bio/actu/actu_00002_f.html#Le%20fleuve%20Saint-Laurent (page consultée le 3 décembre 2001).

- Fougères, D., M. Gaudreau, P. J. Hamel, C. Poitras, G. Sénécal, M. Trépanier, Nathalie Vachon et R. Veillette (1998) Évaluation des besoins des municipalités québécoises en réfection et construction d'infrastructures d'eau. Rapport INRS-Urbanisation. Groupe de recherche sur les infrastructures et les équipements urbains (GRIEU). 209 pages + annexes.
- Gagnon, D. (2001) Bilan de la connaissance de l'état des infrastructures et intégration des savoirs-faire concernant leur réhabilitation. Document présenté au Comité de transition de la Ville de Québec. 106 p.
- GCSI (2000) Le secteur de l'eau : Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques. Document de travail pour les ateliers régionaux. Rencontre organisée par l'Association canadienne des ressources hydriques – Section Québec. 53 pages.
- Génécor (2001a) Scénarios d'alimentation en eau de la Nouvelle Ville de Québec. Rapport préparé pour l'INRS-Eau par Denis Pinard, décembre 2001. Projet : 01-432. 53 pages + annexes.
- Génécor (2001b) Ville de Charlesbourg – Projection de la demande en eau. Rapport préparé par Olivier Rochette et Denis Pinard pour la Ville de Charlesbourg. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 73 pages + annexes.
- Génécor (2001c) Ville de Charlesbourg. Concept de traitement de l'eau potable. Avancement du projet sur les possibilités d'interconnexion. Rapport préparé par Denis Pinard pour la Ville de Charlesbourg. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 14 pages + annexes.
- Génécor (2001d) Ville de Charlesbourg – Projection démographique. Rapport préparé par Olivier Rochette et Denis Pinard pour la Ville de Charlesbourg. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 26 pages + annexes.
- Génécor (2001e) Ville de Charlesbourg – Définition du potentiel de l'eau souterraine dans le secteur du réservoir des Érables et des sources du Bon-Pasteur. Rapport préparé par Denis Pinard pour la Ville de Charlesbourg. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 28 pages + annexes.
- Génécor (2000a) Ville de Charlesbourg. Définition du concept préliminaire de traitement de l'eau potable. Rapport d'étape sur la définition préalable des travaux et des coûts. Rapport préparé par Denis Pinard pour la Ville de Charlesbourg. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 24 pages + annexes.
- Génécor (2000b) Ville de Beauport – Alternatives de traitement de l'eau potable pour la mise aux normes. Rapport préparé par Denis Pinard pour la Ville de Beauport. Rapport no 10198. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 27 pages + annexes.
- Génécor (2000c) Ville de Charlesbourg – Projet de traitement de l'eau potable. Document d'information déposé au ministère des Affaires municipales et de la Métropole Québec dans le cadre du programme des infrastructures. Préparé par Denis Pinard. 15 pages + annexes.

- Génécor (1998) Ville de Charlesbourg. Plan de gestion intégrée du bassin versant de la rivière des Sept Ponts. Projet PLA-RIV7P-1997. Rapport préparé par Denis Pinard. Génécor Experts-conseils, Beauport, Québec. 10 pages.
- Grondin, Jacques, Levallois, Patrick, Morel, Sylvie et Suzanne Gingras (1995) La consommation d'eau potable provenant du Saint-Laurent dans la région de Québec – Comportement, connaissances et attitudes. Équipe Santé et Environnement, Centre de santé publique de Québec
- Groupe Conseil Génivar (2001) Ville de Val-Bélair – Traitement du puits Modène. Étude préliminaire présentée à la Ville de Val-Bélair. Projet No Q03056. 14 pages.
- Groupe de travail Eau potable (2001) Chantier 3 – Gestion des réseaux. Préparer par Jean Lavoie, Sylvain Langlois et al. Pour le Sous-Comité infrastructures et Services techniques. Avril 2001. 5 pages + annexes.
- Hébert, S., 1999. *Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent, 1990 à 1997*, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq EN990161, 38p.,4 annexes.
- Hébert, S., 1997. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Jacques-Cartier, 1979 à 1996*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq EN970239, 38 p., 16 annexes.
- Hébert, S., 1995. *Qualité des eaux du bassin de la rivière Saint-Charles, 1979-1995*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport QE-101, Envirodoq EN950532, 41 p., 15 annexes.
- Koshiba, Grace et Wendy Avis (1999) L'Étude pan-canadienne (ÉPC) sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique – Tome VII Questions sectorielles. Rapport publié par le Groupe de recherche en adaptation environnementale d'Environnement Canada. Disponible en ligne (www.ec.gc.ca/climate/ccs).
- Laboratoire de génie sanitaire du Québec inc. (1986) Étude de traitement de l'eau du puits municipal de Saint-Émile. Rapport préparé pour la Ville de Saint-Émile. Dossier 1-86-004, rapport no. 3. 6 pages + annexes.
- Lachance, M. et P. Bérubé (1999) Rivière Montmorency : Synthèse des résultats du programme d'étude quinquennal 1993-1997 concernant la population d'omble de fontaine et son habitat. Faune et Parcs Québec, Direction de la faune et des habitats, 122 p.
- Leclerc, M., M. Heniche, Y. Secretan et T. Ouarda (2000) Travaux d'atténuation des risques de crue à l'eau libre de la rivière Montmorency dans le secteur des Îlets – Phase 2. Mise à jour de l'analyse hydrologique, dimensionnement des travaux d'atténuation et analyse de l'impact sur les risques résiduels de dommages aux résidences. Travail réalisé pour le compte de la Ville de Beauport. Rapport scientifique INRS-Eau No. R 555, 176 pages.

- Leclerc, M., Doyon, B., M. Heniche, Y. Secretan, M. Lapointe, S. Driscoll, J. Marion et P. Boudreau (1998) Simulation hydrodynamique et analyse morphodynamique de la rivière Montmorency en crue dans le secteur des Îlets. Rapport scientifique INRS-Eau No. R 522. Travaux réalisés pour le compte de la Ville de Beauport. 134 pages.
- Lefebvre, René, Yves Michaud et Michel Parent (2001) Approvisionnement municipal en eau souterraine dans la région de Québec. Rapport du centre géoscientifique du Québec. 11 pages.
- MAMM (2001) Répertoire des municipalités. [Consulté en ligne]. <http://www.mamm.gouv.qc.ca/mamm.html> (décembre 2001)
- McDonald, S., Daigle, L. et G. Félio (1994) Réseaux d'aqueduc et systèmes d'égouts. Laboratoire d'infrastructures, Institut de recherche en construction. Conseil national de la recherche du Canada. Version préliminaire.
- MEF (1997) *Qualité des eaux de la rivière Jacques-Cartier, 1979-1996*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq EN970217, 12 pages.
- MEF (1995) *Qualité des eaux de la rivière Saint-Charles, 1979-1995*, Québec, Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq EN950535, 12 pages.
- MENV (2001a) Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. Ministère de l'Environnement.
- MENV (2001b) Portrait régional de l'eau – Capitale-Nationale. [En ligne]. <http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/regions/region03/03-capitale> (page consultée le 27 septembre 2001).
- MENV (2001c) Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent, 1990 à 1997 – Sommaire. [En ligne]. http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/fleuve/intro.htm (page consultée le 24 septembre 2001).
- MENV (1999) La gestion de l'eau au Québec. Document de consultation publique. Ministère de l'Environnement du Québec. 46 pages + annexes.
- Mortsch, L. D., Hengeveld, H., Lister, M., Lofgren, B., Quinn, F. H. and M. Slivitzky (2000) Climate change impacts on the hydrology of the Great Lakes St. Lawrence system. *Canadian Water Resources Journal*, 25 (2): 153-179.
- Mortsch, L. D. and F.H. Quinn (1996) Climate change scenarios for Great Lakes basin ecosystem studies. *Limnol. Oceanogr.*, 41 (5): 903-911.
- Moulton, R.J. and Cuthbert, D.R. (2000) Cumulative impacts/risks assessment of water removal or loss from the Great Lakes – St-Lawrence system. *Canadian Water Resources Journal*, 25(2): 181-208.

- MRN (2001) Aménagements hydrauliques selon les régions administratives et les bassins versants. Ministère des Ressources naturelles – Forces hydrauliques. Répertoires des centrales. . [En ligne].
http://www.mrn.gouv.qc.ca/2 »23/231/forces_par_région.asp (page consultée le 23 novembre 2001).
- Payment, Pierre, Berte, Aminata, Prévost, Michèle, Ménard, Bruno et Benoît Barbeau (2000) Occurrence of pathogenic microorganisms in the Saint Lawrence River (Canada) and comparison of health risks for populations using it as their source of drinking water. Can. J. Microbiol. 46: 565-576.
- Pelletier, G. (2000) Impact du remplacement des conduites d'aqueduc sur le nombre annuel de bris. Thèse de doctorat, INRS-Eau, Université du Québec. 137 pages + annexes.
- Piette, Audy, Bertrand, Lemieux & Associés (1993) Étude de capacités réservées – Réseau collecteur d'eaux usées. Rapport final présenté à la Communauté Urbaine de Québec. Dossier 264143. 145 pages + annexes +cartes.
- Réseau environnement (2000) L'économie d'eau potable et les municipalités. Guide réalisé dans le cadre du programme Travaux d'infrastructures Canada-Québec. 81 pages.
- Réseau environnement (1999) Le contrôle des fuites. Guide réalisé dans le cadre du programme Travaux d'infrastructures Canada-Québec. 54 pages.
- Roche (2000) Ville de Beauport - Alimentation en eau potable – Orientation future à privilégier. 44 pages + annexes.
- Roche (1989) Ville de Beauport et Charlesbourg. Aqueduc régional Traitement des eaux potables. Rapport complémentaire. Dossier 3166. 12 pages.
- Ville de Beauport (2001a) Aqueduc régional – Rapport d'opération pour l'année 2000. Rapport préparé par Sylvain Langlois et Clément Villeneuve, présenté aux conseils Charlesbourg et Beauport. 5 pages + annexes.
- Ville de Beauport (2001b) Rapport d'opération 2000 – Distribution et traitement de l'eau (préparé par M. Sylvain Langlois). 9 pages + annexes.
- Ville de Beauport (2000) Rapport sur l'Évaluation du débit de fuite possible sur le territoire de Beauport (préparé par M. Sylvain Langlois).
- Ville de Charlesbourg (2000) Aqueduc régional – Opération 2000 (préparé par M. Pierre Hotte et Ève Francoeur). 10 pages + tableaux.
- Ville de Sainte-Foy (1999) Relocalisation de la prise d'eau permanente. Rapport préparé par Marcel Proulx et Roch Laliberté de la Ville de Sainte-Foy, Service du génie. Projets 92004-97103, activités 54704-54766. 16 pages + annexes.
- Ville de Sainte-Foy (1998) Usine de traitement d'eau - Statistiques 1998. Service du génie, Ville de Sainte-Foy. 22 pages + annexes.

Documents consultés

- Cossa, D., T.-T. Pham, B. Rondeau, S. Proulx, C. Surette et B. Quémerais (1998) Sur la trace des contaminants du Saint-Laurent. Résumé du projet bilan massique des contaminants du Saint-Laurent. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement. Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique St-163.
- Gendron Lefebvre (1989) Étude des bénéfices attendus de la filtration sur charbon actif biologique à l'usine de traitement d'eau Sainte-Foy. Dossier 30-27391. 27 pages.
- Lab – Teq (1984) Ville de Sainte-Foy – Étude de traitabilité des eaux. Rapport préparé par Maurice Kyriacos et Claude Vergès du Laboratoire des Techniques de l'Eau. 66 pages + annexes.
- L'APPEL (1999) Considérations écologiques minimales dans la gestion d'une réserve d'approvisionnement en eau potable : le cas du lac Saint-Charles. Document déposé au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement dans le cadre de la Consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec. Document préparé par L'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles. 11 pages.
- Légaré, Stéphane (1998) Étude limnologique du lac Saint-Charles. Rapport présenté à l'APPEL du lac Saint-Charles. Département de biologie, Université Laval. 107 pages.
- McCormack, R., 1983. *Étude hydrogéologique, rive nord du Saint-Laurent*, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche. 174 pages + cartes.
- Ministère de l'Environnement (1982) Impact d'une prise d'eau régionale dans la rivière Montmorency. Copie de la lettre d'entente, Sainte-Foy, 28 juillet 1982.. Ministère de l'Environnement, Direction régionale de Québec. 10 pages.
- MEQ (1986) La Montmorency – Une rivière à sauvegarder. Ministère de l'Environnement du Québec. Direction générale de l'assainissement des eaux. Direction des études du milieu aquatique. 23 pages.
- Proulx, S., D. Houle et L. Alarie (1999) Caractérisation des eaux de surface de six régions industrialisées du Saint-Laurent. Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada. 35 pages + annexes.
- Réseau environnement (2001) Guide de conception des installations de production d'eau potable. Document de travail soumis au ministère de l'Environnement par Réseau environnement pour la journée technique provinciale. Sainte-Foy, Québec.
- Réseau environnement (2000) Désinfection et réseaux de distribution d'eau potable. Compte-rendu de la Journée technique mobile. 107 pages.

- Roche (1983) Étude hydrogéologique au site de Neufchâtel (Ville de Saint-Émile). Rapport produit pour Mme Pierrette Beaulieu Cadrin. Rapport no. 0987-01-01. 7 pages + annexes
- Rochette, Rochefort et associés, Groupe-conseil (1975) Plan directeur d'aqueduc, Région métropolitaine de Québec, Rive nord. Rapport sommaire. Préparé pour les Services de Protection de l'Environnement, Direction de l'environnement urbain, Gouvernement du Québec, par le. 29 pages.
- Santé Canada (1996) Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada. Document préparé par le sous-comité fédéral-provincial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail. 96-DHM-196. 102 pages.
- Simard, G. et R. DesRosiers, 1979. *Qualité des eaux souterraines du Québec, rapport H.G.-13*, Québec, Ministère de l'Environnement, Direction générale des inventaires et de la recherche. 161 pages.
- Ville de Beauport (2001a) Inventaire des infrastructures (préparé par M. Sylvain Langlois)
- Ville de Beauport (2001b) Réseau de distribution en eau potable – Simulations pour la protection incendie du CHRG.
- Ville de Saint-Émile (2001) Rapport sur la qualité de l'eau potable de la Station Lapierre. Document produit par Michel Lavallée Consultant inc.
- Ville de Sainte-Foy (1997) Usine de traitement d'eau - Statistiques 1997. Service du génie, Ville de Sainte-Foy. 82 pages.