

Révision de la numérotation des règlements

Veillez prendre note qu'un ou plusieurs numéros de règlements apparaissant dans ces pages ont été modifiés depuis la publication du présent document. En effet, à la suite de l'adoption de la Loi sur le Recueil des lois et des règlements du Québec (L.R.Q., c. R-2.2.0.0.2), le ministère de la Justice a entrepris, le 1^{er} janvier 2010, une révision de la numérotation de certains règlements, dont ceux liés à la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q., c. Q-2).

Pour avoir de plus amples renseignements au sujet de cette révision, visitez le http://www.mddep.gouv.qc.ca/publications/lois_reglem.htm.



Étude sur la qualité de l'eau potable
dans sept bassins versants en surplus de fumier
et impacts potentiels sur la santé



Caractérisation des sources municipales
d'approvisionnement en eau potable
dans les sept bassins versants en
surplus de fumier



**ÉTUDE SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE
DANS SEPT BASSINS VERSANTS EN SURPLUS DE FUMIER
ET IMPACTS POTENTIELS SUR LA SANTÉ**

**CARACTÉRISATION DES SOURCES MUNICIPALES
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DANS SEPT BASSINS
VERSANTS EN SURPLUS DE FUMIER**

Ce document est disponible en version intégrale dans les sites Web suivants :

www.menv.gouv.qc.ca www.inspq.qc.ca www.mapaq.gouv.qc.ca www.msss.gouv.qc.ca

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec, 2004

ISBN 2-550-43510

Envirodoq ENV/2004/0314

Document déposé à Santécom <http://www.santecom.qc.ca>

COTE : MENV-2004-004

© Gouvernement du Québec, 2004

L'Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé a été réalisée conjointement par le ministère de l'Environnement, le ministère de la Santé et des Services sociaux, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et l'Institut national de santé publique du Québec. Elle comprend neuf rapports de recherche et un sommaire.

Caractérisation des sources municipales d'approvisionnement en eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier est un de ces rapports.

AUTEURS

| | |
|---|---|
| Hélène Tremblay, spécialiste en toxicologie | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Marc Gignac, spécialiste en microbiologie | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Marc Simoneau, M. Sc. | Direction du suivi de l'état de l'environnement Ministère de l'Environnement du Québec |
| Caroline Robert, M. Sc. | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |

COLLABORATEURS

| | |
|-----------------------------|---|
| Isabel Parent, technicienne | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Julie Ferland, biologiste | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Donald Ellis, ingénieur | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |

REMERCIEMENTS

COMITÉ TECHNIQUE

Le projet a été conçu et réalisé grâce aux efforts d'individus regroupés sous le nom de *comité technique*.

| | |
|---------------------------------|--|
| Yolaine Blais | Direction du milieu agricole Ministère de l'Environnement du Québec |
| Jean-François Boulet | Direction régionale de la Montérégie Ministère de l'Environnement du Québec |
| Philippe Cantin | Analyse et étude de la qualité du milieu Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec |
| Pierrette Cardinal | Direction des laboratoires d'expertises et d'analyses alimentaires Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation |
| Albert Daveluy | Direction de la protection de la santé publique Ministère de la Santé et des Services sociaux |
| Benoît Gingras | Direction de santé publique de Chaudière-Appalaches Ministère de la Santé et des Services sociaux |
| Richard Laroche | Direction de l'environnement et du développement durable Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation |
| Donald Lemelin | Direction régionale de Chaudière-Appalaches Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation |
| Patrick Levallois | Direction Risques biologiques, environnementaux et occupationnels Institut national de santé publique du Québec et Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ) |
| Normand Rousseau, coordonnateur | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Marc Simoneau | Direction du suivi de l'état de l'environnement Ministère de l'Environnement du Québec |
| Hélène Tremblay | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Lucie Veillette | Direction régionale de l'inspection et de santé animale, Montréal, Laval et Lanaudière (DRISA Montréal, Laval et Lanaudière) Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation |

Le comité technique a bénéficié de la contribution particulière de :

| | |
|------------------|---|
| Suzanne Gingras | Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ) |
| Stéphane Tomat | Direction des politiques de l'eau Ministère de l'Environnement du Québec |
| Christine Barthe | Direction des laboratoires d'expertises et d'analyses alimentaires Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation |

Travaux de terrain

Les auteurs tiennent à remercier tous les intervenants qui ont contribué à la réalisation de cette étude incluant la préparation des cartes. De plus, un merci particulier est adressé aux exploitants des réseaux municipaux qui ont participé à la campagne d'échantillonnage. Sans leur collaboration, l'étude n'aurait pu être réalisée.

On ne pourrait passer sous silence l'excellent travail du personnel du Centre d'expertise en analyse environnementale (CEAEQ) qui a assumé l'ensemble des analyses de qualité de l'eau.

RÉSUMÉ

INTRODUCTION

Il y a très peu d'études au Québec qui concernent spécifiquement la qualité des sources municipales d'approvisionnement en eau potable. Cette étude de caractérisation des eaux brutes municipales apporte une dimension complémentaire à l'*Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé*. C'est la seule portant sur les sources d'approvisionnement de surface et les captages municipaux d'eau souterraine. Ces derniers sont caractérisés par un plus grand débit de pompage et ont donc une aire d'influence beaucoup plus étendue par rapport aux puits individuels.

OBJECTIF

L'étude portant sur la qualité des sources municipales d'approvisionnement en eau potable dans les sept bassins versants en surplus de fumier a comme objectif d'évaluer si les activités d'élevage intensif des secteurs ciblés affectent la qualité des sources d'approvisionnement en eau souterraine et de surface, situées sur ce territoire.

MÉTHODOLOGIE

Pour ce faire, une comparaison entre la qualité de l'eau de sources d'approvisionnement susceptibles d'être affectées par les activités d'élevage intensif (zones exposées) et celle de sources d'approvisionnement situées dans des secteurs où ces activités sont moins importantes (zones témoins) a été réalisée. Puisque l'étude porte aussi bien sur les approvisionnements en eau de surface que souterraine, une analyse distincte de ces deux types d'approvisionnement a été réalisée.

Choix des sources d'approvisionnement

Les critères définissant les municipalités en surplus de fumier sont les mêmes que ceux utilisés dans le cadre de l'étude *Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants*. Ces municipalités sont celles où l'activité agricole (culture et élevage) couvre 25% ou plus du territoire et où le bilan phosphore est excédentaire. La sélection des sources d'approvisionnement exposées en eau souterraine et en eau de surface est basée sur ces critères. Les sept bassins versants ciblés se trouvent dans quatre régions administratives (Chaudière-Appalaches, Centre-du-Québec, Lanaudière et Montérégie)

Les sources d'approvisionnement témoins sélectionnées ne sont pas susceptibles d'être affectées par des municipalités en surplus de fumier. Des sources témoins situées au pourtour des sept bassins versants en surplus de fumier, mais tout de même à l'intérieur des limites de leur région administrative constituent, avec des sources témoins situées à l'intérieur des sept bassins versants, le groupe des témoins adjacents. Afin de vérifier dans quelle mesure ces sources constituent vraiment un groupe de référence, un second groupe de sources témoins (témoins éloignés) a aussi été sélectionné. Ces sources sont situées dans cinq régions administratives (Laurentides, Mauricie, Capitale-Nationale, Outaouais, Estrie) qui sont proches des sept bassins versants ciblés.

Ainsi, trois groupes de réseaux (c'est-à-dire les sources approvisionnant ces réseaux) en eau souterraine et également en eau de surface ont été constitués soit, un groupe de réseaux exposés, un groupe de réseaux témoins adjacents et un groupe de réseaux témoins éloignés.

Tous les réseaux (alimentés en eau souterraine et de surface) répondant aux critères des groupes des réseaux exposés et témoins adjacents ont été retenus. Quant aux réseaux témoins éloignés, ils ont été choisis de façon aléatoire parmi ceux qui respectaient les critères de localisation définis dans l'étude.

Au total, 144 sources d'approvisionnement, soit 94 en eau souterraine (49 exposées et 45 témoins) et 50 en eau de surface (20 exposées et 30 témoins) ont été étudiées à la suite d'une campagne d'échantillonnage réalisée principalement entre le 18 août et le 29 août 2002.

Choix des paramètres

Les indicateurs microbiologiques de contamination fécale (bactéries *E. coli* et entérocoques et virus coliphages F-spécifiques) ont été recherchés de même que certains paramètres chimiques (nitrates-nitrites, azote ammoniacal, phosphore total et carbone organique total).

Des tests statistiques non paramétriques (Wilcoxon Mann-Whitney) ont été retenus pour comparer les résultats d'analyse des différents groupes étudiés. Ce choix est associé à la distribution généralement asymétrique des paramètres environnementaux. Le test exact de Fisher de comparaison de proportions a aussi été utilisé. Par ailleurs, des tests de corrélation de rang de Spearman ont été réalisés entre les différents paramètres microbiologiques et chimiques.

RÉSULTATS

De façon générale, les niveaux de contamination constatés ne sont pas très importants, même si certains paramètres peuvent être présents à des niveaux notables. Par exemple, dans 6 % des captages d'eau souterraine, on a retrouvé une concentration en nitrates-nitrites entre 5 et 9,8 mg/L-N (la norme pour l'eau potable étant de 10 mg/L-N). À noter qu'à partir de 5 mg/L-N, il est recommandé de faire un suivi régulier.

Eau souterraine

Les résultats de cette étude montrent une différence statistiquement significative à l'effet que les concentrations d'azote ammoniacal (NH_3) sont plus importantes dans le groupe exposé comparativement au groupe témoin. Par ailleurs, une différence statistiquement significative a aussi été mise en évidence entre le pourcentage de sources contaminées au niveau bactériologique dans les zones exposées (16 %) par rapport à ce pourcentage dans les zones témoins (2 %). On observe aussi que les coliphages F-spécifiques ont une distribution différente par rapport aux indicateurs bactériens et qu'ils se retrouvent uniquement dans les puits tubulaires.

À noter que les puits de surface et les puits tubulaires sont dans des proportions similaires dans le groupe des sources exposées et le groupe des sources témoins, soit environ 82 % de puits tubulaires.

Eau de surface

À la lumière de l'analyse des réseaux qui ont fait l'objet de l'étude, on observe que l'approvisionnement en rivières est majoritaire (80 %) dans les zones en surplus de fumier (16 rivières et 4 lacs), alors que l'approvisionnement en lacs est majoritaire (63 %) dans les zones témoins (11 rivières et 19 lacs). Pour éviter tout biais associé à cette différence de proportion, les deux zones ont été comparées globalement mais aussi en considérant uniquement l'approvisionnement en rivières.

Globalement, en considérant l'ensemble des plans d'eau (lacs et rivières), une différence statistiquement significative a été observée à l'effet que les sources d'approvisionnement situées dans les zones exposées montrent des concentrations plus importantes en nitrates-nitrites et en phosphore total par rapport aux

zones témoins. Malgré le faible nombre de sources concernées, cette différence est toujours significative en comparant uniquement les rivières entre les deux zones.

La contamination par les bactéries *E. coli* et entérocoques est statistiquement plus importante dans les zones exposées par rapport aux zones témoins, lorsqu'on considère l'ensemble des plans d'eau. Cependant, cette différence significative ne peut être prise en compte car elle n'est pas observée lorsque les rivières seules sont comparées. Pour les études comparatives futures en eau de surface, il faudra donc tenir compte de cette différence potentielle entre les lacs et les rivières en regard des paramètres analysés.

Enfin, une corrélation positive entre les bactéries *E. coli* et les nitrates-nitrites a été observée dans les zones en surplus de fumier en considérant les approvisionnements en rivières. Cette corrélation n'est pas observée dans les zones témoins.

Limites de l'étude

L'échantillonnage unique effectué dans cette étude ne rend pas compte de la variation temporelle de la qualité des sources d'approvisionnement. Un nombre plus important d'analyses réalisées à différentes périodes de l'année aurait permis d'obtenir un portrait plus fidèle de la qualité de l'eau et une meilleure puissance statistique. De plus, aucune étude hydrogéologique incluant une évaluation de la vulnérabilité des nappes souterraines n'est disponible, ce qui rend plus difficile l'interprétation des résultats.

La période pendant laquelle l'échantillonnage a eu lieu était peu propice à la lixiviation des nutriments vers les cours d'eau et à leur migration vers les aquifères, puisque les précipitations ont été particulièrement faibles au cours du mois d'août 2002.

La sélection des réseaux s'appuie sur une évaluation macroscopique des sources de pollution puisqu'elle repose uniquement sur le bilan phosphore des municipalités et l'importance des zones cultivées pouvant recevoir des fumiers. Il n'y a eu aucune vérification effectuée sur le terrain concernant l'absence ou la présence réelle de sources de pollution potentielles, qu'elles soient agricoles, municipales, domestiques ou industrielles.

La portée de l'étude ne nous permettait pas d'estimer le niveau de risque associé à la consommation de l'eau potable desservie à la population. En effet, seules les sources d'approvisionnement ont été échantillonnées et analysées, de sorte que l'efficacité du traitement appliqué à l'eau brute n'a pas été évaluée.

CONCLUSION

Des études supplémentaires seraient nécessaires pour préciser et documenter les différences significatives observées dans cette étude concernant la plus grande contamination des sources d'approvisionnement en eau potable potentiellement affectées par des municipalités en surplus de fumier par rapport à des municipalités témoins. Par exemple, l'utilisation éventuelle de nouvelles méthodes d'identification des sources de pollution microbienne permettrait d'en retracer précisément l'origine humaine ou animale et d'identifier la nature des activités anthropiques responsables de la contamination des sources d'approvisionnement en eau potable. De plus, la présence d'azote ammoniacal en concentrations statistiquement plus importantes dans les zones en surplus de fumier mérite d'être mieux documentée.

Des analyses plus détaillées des captages d'eau souterraine de même que la réalisation d'études hydrogéologiques pour connaître la vulnérabilité des nappes souterraines profondes seront nécessaires pour comprendre la problématique de la contamination de ces eaux. Des stratégies de protection appropriées pourront ensuite être envisagées.

Compte tenu des différences observées, même si les niveaux de contamination ne sont généralement pas très importants, le principe de précaution doit s'appliquer de façon à assurer une amélioration de la situation. Ce constat incite à la prudence et à investir dans la protection des sources d'approvisionnement en eau potable potentiellement affectées par les activités agricoles dans les municipalités en surplus de fumier, dans le cadre, par exemple, de comités de bassins versants tel que mentionné dans la *Politique nationale de l'eau*. En effet, pour l'obtention d'une eau potable de bonne qualité, l'approche à barrières multiples est privilégiée autant en Amérique du Nord qu'en Europe. Cette approche comprend toutes les étapes de contrôle, de la source au robinet. Dans ce contexte, il est nettement plus sécuritaire - et souvent plus économique - d'investir pour améliorer la qualité de la source d'approvisionnement plutôt que le traitement, qui doit être efficace en tout temps. Les épidémies hydriques occasionnées par une déficience dans le traitement, comme celles survenues à Milwaukee, en 1993 (400 000 personnes malades), à Walkerton (Ontario), en 2000 et à North-Battleford (Saskatchewan), en 2001, l'illustrent très bien.

TABLE DES MATIÈRES

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION..... | 1 |
| 2 | MÉTHODOLOGIE | 3 |
| 2.1 | TERRITOIRE SÉLECTIONNÉ..... | 3 |
| 2.2 | PROCÉDURE DE SÉLECTION DES RÉSEAUX EXPOSÉS ET TÉMOINS | 3 |
| 2.2.1 | Eau souterraine..... | 4 |
| 2.2.2 | Eau de surface | 5 |
| 2.2.3 | Banques de données et cartes utilisées | 5 |
| 2.3 | PROCÉDURE DE MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE ET LISTES DES RÉSEAUX RETENUS | 6 |
| 2.4 | PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE | 7 |
| 2.4.1 | Indicateurs microbiologiques et paramètres chimiques retenus..... | 7 |
| 2.4.2 | Période d'échantillonnage et lieux de prélèvement | 10 |
| 2.4.3 | Procédure d'échantillonnage..... | 12 |
| 2.4.4 | Méthodes d'analyse..... | 12 |
| 2.4.5 | Réseaux ayant transmis des échantillons..... | 13 |
| 2.4.6 | Traitement des résultats obtenus | 13 |
| 2.5 | TESTS STATISTIQUES EMPLOYÉS | 14 |
| 2.5.1 | Statistiques descriptives..... | 14 |
| 2.5.2 | Tests statistiques..... | 14 |
| 2.6 | CARTOGRAPHIE DES RÉSEAUX ÉTUDIÉS ET DES RÉSULTATS DE QUALITÉ DE L'EAU..... | 15 |
| 2.7 | AUTRES DONNÉES ANALYSÉES | 15 |
| 2.7.1 | Types de sources d'approvisionnement étudiées | 15 |
| 2.7.2 | Types de traitements appliqués..... | 15 |
| 2.7.3 | Données de précipitations..... | 16 |
| 3 | PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS..... | 17 |
| 3.1 | EAU SOUTERRAINE | 17 |
| 3.1.1 | Description des captages étudiés..... | 17 |
| 3.1.2 | Description des types de traitement et la population desservie..... | 18 |
| 3.1.3 | Description et interprétation des résultats analytiques (volet microbiologique) | 19 |
| 3.1.4 | Description et interprétation des résultats analytiques (volet chimique)..... | 23 |
| 3.2 | EAU DE SURFACE | 29 |
| 3.2.1 | Description des sources d'approvisionnement en eau de surface étudiées..... | 29 |
| 3.2.2 | Description des types de traitement et la population desservie..... | 30 |
| 3.2.3 | Description et interprétation des résultats analytiques (volet microbiologique) | 31 |
| 3.2.4 | Description et interprétation des résultats analytiques (volet chimique) | 36 |
| 3.2.5 | Corrélation entre les résultats microbiologiques et chimiques..... | 45 |
| 3.3 | PRÉCIPITATIONS MESURÉES AU COURS DE LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE | 46 |
| 4 | SYNTHÈSE ET DISCUSSION | 47 |
| 5 | CONCLUSION..... | 53 |
| | RÉFÉRENCES | 56 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|--------------|--|----|
| Tableau 2.1 | Réseaux sélectionnés pour participer à l'étude | 6 |
| Tableau 2.2 | Réseaux approvisionnés en eau de surface..... | 11 |
| Tableau 2.3 | Réseaux approvisionnés en eau souterraine | 12 |
| Tableau 2.4 | Réseaux ayant transmis des échantillons dans le délai prévu | 13 |
| Tableau 3.1 | Types de captage selon le groupe de réseaux correspondants..... | 17 |
| Tableau 3.2 | Types de traitement de l'eau et population moyenne desservie selon le groupe de réseaux approvisionnés en eau souterraine..... | 18 |
| Tableau 3.3 | Types de traitement de l'eau en relation avec le type de puits et les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine..... | 19 |
| Tableau 3.4 | Résultats d'analyse microbiologique en relation avec les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine..... | 20 |
| Tableau 3.5 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux | 20 |
| Tableau 3.6 | Résultats d'analyse chimique en relation avec les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine | 23 |
| Tableau 3.7 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux..... | 25 |
| Tableau 3.8 | Résultats de THM dans l'eau des réseaux approvisionnés en eau souterraine..... | 29 |
| Tableau 3.9 | Nature de l'approvisionnement de surface selon le groupe de réseaux..... | 30 |
| Tableau 3.10 | Nombre d'approvisionnements selon leur nature, le type de traitement, la population desservie et les groupes de réseaux alimentés en eau de surface | 30 |
| Tableau 3.11 | Résultats d'analyse microbiologique en relation avec le groupe de réseaux approvisionnés en eau de surface..... | 31 |
| Tableau 3.12 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux | 32 |
| Tableau 3.13 | Résultats du test de corrélation de Spearman entre les bactéries <i>E. coli</i> et entérocoques par groupes de réseaux..... | 33 |
| Tableau 3.14 | Résultats d'analyse microbiologique en relation avec le groupe de réseaux approvisionnés en rivières..... | 34 |
| Tableau 3.15 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux concernant les rivières seulement..... | 35 |
| Tableau 3.16 | Distribution des résultats selon différents paramètres en relation avec le groupe de réseaux et la nature de l'approvisionnement de surface (lacs et rivières) | 36 |
| Tableau 3.17 | Résultats d'analyse chimique selon les groupes de réseaux approvisionnés en eau de surface | 37 |
| Tableau 3.18 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre chimique entre divers groupes de réseaux..... | 38 |
| Tableau 3.19 | Résultats de THM dans l'eau des réseaux alimentés (en tout ou en partie) en eau de surface | 41 |
| Tableau 3.20 | Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre chimique entre divers groupes de réseaux concernant les rivières seulement..... | 42 |
| Tableau 3.21 | Résultats d'analyse chimique en relation avec le groupe de réseaux approvisionnés en rivières..... | 42 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Tableau 3.22 | Distribution des résultats selon différents paramètres en relation avec le groupe de réseaux et la nature de l'approvisionnement de surface (lacs et rivières)..... | 44 |
| Tableau 3.23 | Coefficients de corrélation r et (valeur de p) entre les paramètres chimiques et microbiologiques pour les approvisionnements en eau de surface..... | 45 |
| Tableau 3.24 | Coefficients de corrélation r et (valeur de p) entre les paramètres chimiques et microbiologiques pour les approvisionnements en rivières..... | 45 |
| Tableau 4.1 | Résultats des analyses chimiques en eau souterraine en regard des seuils d'impact (% des réseaux avec résultats \geq à la valeur de référence par rapport au nombre de réseaux avec résultats positifs)..... | 49 |

LISTE DES ANNEXES

| | | |
|-------------|--|-----|
| Annexe I | Cartes de la localisation des réseaux à l'étude et des concentrations mesurées pour chacun des paramètres analysés | 57 |
| Annexe II | Trousses (4) d'échantillonnage acheminées aux exploitants..... | 95 |
| Annexe III | Questionnaires (N ^{os} 1 et 2) acheminés aux exploitants | 101 |
| Annexe IV | Listes (6) de réseaux ayant participé à l'étude selon les groupes étudiés..... | 109 |
| Annexe V | Méthodes d'analyse utilisées par le CEAEQ concernant les paramètres microbiologiques et chimiques..... | 121 |
| Annexe VI | Résultats analytiques obtenus pour chacun des réseaux participants | 131 |
| Annexe VII | Liste des figures pour les paramètres chimiques en eau souterraine | 145 |
| Annexe VIII | Résultats d'analyse des réseaux approvisionnés par des rivières, pour les paramètres chimiques | 149 |
| Annexe IX | Résultats d'analyse des réseaux approvisionnés par des lacs, pour les paramètres chimiques | 153 |

1 INTRODUCTION

Depuis quelques années, la population québécoise prend de plus en plus conscience de l'importance de préserver la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable. Cette ressource, qui a toujours été disponible et accessible, est susceptible de se détériorer rapidement et elle risque de devenir bientôt une denrée de plus en plus rare, que ce soit en quantité ou en qualité. Au Québec, le ministère de l'Environnement a pris divers engagements pour assurer l'intégrité des milieux aquatiques notamment pour le secteur agricole. Le nouveau *Règlement sur les exploitations agricoles*, en vigueur depuis juin 2002, vise à accroître la performance environnementale du monde agricole en favorisant l'amélioration de la qualité de l'eau, par la prise en compte des besoins réels des sols en fertilisants. Par ailleurs, le *Règlement sur le captage des eaux souterraines*, en vigueur depuis juin 2002, a entre autres objectifs, de favoriser la protection des eaux souterraines destinées à la consommation humaine. De plus, la nouvelle *Politique nationale de l'eau* fournit le cadre d'orientation que devra suivre le gouvernement du Québec, dans les prochaines années, afin d'assurer la pérennité de l'usage de l'eau. Dans le cadre de cette politique, la gestion par bassin versant constitue un élément déterminant pour surveiller et étudier plus précisément la qualité de l'eau sur ces territoires. Cette façon de faire permettra de cerner éventuellement les problématiques dans chacun des bassins versants et d'établir les priorités d'intervention concernant la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable.

Dans ce même ordre d'idées, le ministère de l'Environnement (MENV), de concert avec l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) annonçait, en mars 2001, la mise sur pied d'une vaste étude de caractérisation de la qualité de l'eau souterraine dans les bassins versants des rivières Boyer, Chaudière et Etchemin, en Chaudière-Appalaches, des rivières Bayonne et l'Assomption, dans Lanaudière, de la rivière Yamaska, en Montérégie et enfin, de la rivière Nicolet dans la région du Centre-du-Québec. L'étude éventuelle sur la qualité des sources d'approvisionnement en eau de surface était également mentionnée dans cette annonce. Le ministre de l'Environnement voulait ainsi rassurer et mieux informer la population sur les risques environnementaux et sanitaires associés aux productions animales dans ces régions aux prises avec un important problème de surplus de fumier.

L'étude annoncée porte donc principalement sur l'évaluation de la qualité des puits individuels se trouvant dans les municipalités en surplus de fumier. Un volet complémentaire s'ajoute toutefois à celle-ci afin d'évaluer plus particulièrement la qualité des sources municipales d'approvisionnement en eau potable utilisées sur ce même territoire. L'objectif de la présente étude vise donc à caractériser la qualité des sources municipales souterraines et de surface approvisionnant des réseaux d'eau potable situés dans les bassins ciblés et d'évaluer la présence de certains contaminants pouvant résulter d'activités agricoles. Afin de mesurer l'impact de la pollution sur les sources d'approvisionnement, l'étude porte principalement sur la caractérisation de l'eau brute des réseaux, bien que certains paramètres de qualité de l'eau distribuée sont également étudiés.

2 MÉTHODOLOGIE

Les principales étapes liées à la réalisation de cette étude sont présentées dans la section qui suit.

À moins d'indication contraire dans le texte, le terme « réseau » réfère à sa source d'approvisionnement et le terme « zone » correspond au territoire dans lequel se retrouve le groupe de réseaux correspondants (exemple : zones témoins adjacents).

2.1 TERRITOIRE SÉLECTIONNÉ

L'étude de l'impact des activités agricoles sur la qualité de l'eau des réseaux municipaux est un complément à l'étude de *Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants*, portant sur les puits individuels. Par conséquent, les réseaux municipaux à risque, sélectionnés dans le cadre de cette étude, sont situés sur le même territoire qui comprend les bassins versants des rivières Boyer, Chaudière, Etchemin, Bayonne, l'Assomption, Nicolet et Yamaska. Les rivières de ces bassins comptent parmi celles où l'on retrouve des concentrations élevées de phosphore (MEF a, b et c, 1998; Simoneau, 1991; Robitaille, 1995; MENVIQ, 1999; Simoneau et Grimard, 1989).

Par ailleurs, des réseaux municipaux témoins se trouvant à l'extérieur de ce territoire ont également été étudiés dans le cadre de la présente étude. Ces réseaux sont situés sur le territoire des quatre régions administratives visées, soit Chaudière-Appalaches, Centre-du-Québec, Lanaudière et Montérégie, qui se trouve au pourtour des bassins versants ciblés. Ces réseaux viennent s'ajouter à un groupe de réseaux témoins identifiés sur le territoire des bassins versants à l'étude.

Des réseaux, situés dans d'autres régions administratives de la rive nord et de la rive sud du fleuve Saint-Laurent ont également été sélectionnés. Ces derniers se trouvent sur le territoire des régions des Laurentides, de la Mauricie, de la Capitale-Nationale, de l'Outaouais et de l'Estrie. Ils feront partie d'un second groupe de réseaux témoins qui servira à vérifier la représentativité des réseaux témoins identifiés sur le territoire des sept bassins versants et à leur pourtour. Les cartes n° 1 et n° 10 (voir annexe I) présentent la localisation de l'ensemble des sources d'approvisionnement en eau souterraine et en eau de surface des réseaux étudiés, selon les limites des régions administratives et celles des bassins versants ciblés.

2.2 PROCÉDURE DE SÉLECTION DES RÉSEAUX EXPOSÉS ET TÉMOINS

La comparaison de la qualité de l'eau des sources approvisionnant les réseaux municipaux se trouvant dans les bassins versants retenus se fera entre une zone agricole et une zone non agricole, selon les critères présentés dans les sections suivantes. Pour ce faire, la qualité microbiologique et physicochimique de l'eau brute des réseaux (puits, lacs, rivières) a été évaluée plus particulièrement.

La qualité des sources d'approvisionnement en eau souterraine et en eau de surface a été évaluée séparément, de sorte que pour chacun de ces types d'approvisionnement en eau potable, trois groupes de réseaux ont été constitués :

- un groupe de réseaux exposés (dans les bassins versants en surplus de fumier);
- un groupe de réseaux témoins situés à proximité, c'est-à-dire localisés à l'intérieur des sept bassins versants ciblés ou adjacents à ces derniers (témoins adjacents);
- un groupe de réseaux témoins plus éloignés, situés à l'extérieur des sept bassins versants ciblés dans d'autres régions administratives (témoins éloignés).

Il est à noter que les réseaux témoins et exposés ne sont pas nécessairement exempts d'une contamination pouvant provenir de sources autres que l'agriculture. Signalons, par exemple, les rejets d'eaux usées

municipales, domestiques ou industrielles. De plus, pour les réseaux témoins, des activités agricoles de moindre importance peuvent également être pratiquées sur le territoire du bassin versant. Le but visé par le choix des témoins était uniquement d'éliminer ceux qui étaient susceptibles d'être influencés par des activités agricoles intensives.

Il n'y a pas eu de validation sur le terrain pour vérifier si la source d'approvisionnement en eau potable est susceptible ou non d'être affectée par des contaminants d'origine agricole. Pour les captages d'eau souterraine, l'aire de protection microbiologique est davantage circonscrite dans l'espace par rapport aux rivières et aux lacs. Il est donc possible qu'il n'y ait aucune zone d'activités agricoles ou d'autres activités polluantes dans l'aire de protection microbiologique et par conséquent, aucun risque de contamination de l'eau souterraine même si la municipalité est classée en surplus de fumier. En contrepartie, la contamination des sources d'approvisionnement en eau de surface, situées dans une municipalité non en surplus, peut provenir de certaines activités agricoles se déroulant dans d'autres municipalités situées en amont. Cette dernière condition a été prise en compte uniquement à la lumière des données disponibles au MENV.

Un autre élément à considérer concerne l'échantillonnage des sources d'approvisionnement en eau souterraine. Pour des considérations pratiques et d'ordre financier, de façon générale, une seule source d'approvisionnement par réseau a été échantillonnée.

2.2.1 Eau souterraine

La sélection des réseaux exposés et témoins alimentés en eau souterraine est basée sur l'importance des activités agricoles pratiquées sur le territoire de la municipalité où se trouve le captage. Plus précisément, les réseaux témoins proviennent de municipalités témoins où le territoire agricole représente moins de 25 % de la superficie de la municipalité et où le bilan de phosphore est déficitaire sur le territoire de la municipalité; c'est-à-dire que la quantité de phosphore des fumiers produits et épandus sur le territoire agricole de la municipalité est inférieure à la quantité qui est requise par les plantes. Ces critères correspondent à ceux utilisés dans l'ensemble des études réalisées dans le cadre du projet.

Le groupe de réseaux exposés rassemble des réseaux situés dans des municipalités en surplus de fumier des bassins versants ciblés. Ces municipalités se caractérisent par des activités agricoles intensives (plus de 25 % du territoire cultivé) et par un bilan de phosphore positif. La totalité des réseaux répondant à ces critères, sur le territoire des sept bassins versants, a été retenue pour cette étude.

Le groupe de réseaux témoins adjacents est constitué de réseaux situés dans une municipalité témoin localisée dans l'un des bassins versants à l'étude. À ces réseaux, s'ajoutent ceux situés également dans des municipalités témoins localisées sur le territoire des régions administratives visées (Chaudière-Appalaches, Centre-du-Québec, Lanaudière et Montérégie) mais à l'extérieur des bassins ciblés. Le nombre de réseaux répondant à ces critères est généralement très peu élevé sur ce territoire. Par ailleurs, lorsque le territoire des régions était étendu, les réseaux ont été sélectionnés par tirage au sort.

Le groupe de réseaux témoins éloignés correspond à des réseaux situés dans certaines municipalités témoins des régions administratives des Laurentides, de la Mauricie, de la Capitale-Nationale, de l'Outaouais et de l'Estrie. Ces réseaux ont été retenus afin de vérifier dans quelle mesure les réseaux témoins adjacents sont représentatifs de réseaux non influencés par les activités agricoles intensives. La qualité de l'eau des sources d'approvisionnement de ces réseaux servira donc de référence pour évaluer la qualité de l'eau des réseaux témoins situés sur le territoire des bassins versants en surplus de fumier. Ces réseaux ont été sélectionnés par tirage au sort, à partir de la liste des réseaux approvisionnés en eau souterraine situés sur le territoire des régions administratives retenues et répondant aux critères de sélection.

De plus, une distinction a été faite afin de caractériser la qualité des eaux souterraines superficielles et profondes. Les réseaux alimentés par un ou des puits de surface, des sources à bassin unique ou des sources à drains horizontaux sont considérés de manière distincte des réseaux alimentés par des puits tubulaires (PTU), lesquels sont généralement plus profonds.

2.2.2 Eau de surface

En ce qui concerne les réseaux alimentés en eau de surface, les critères de sélection diffèrent quelque peu. Ces derniers ont été retenus en regard du risque que présente leur source d'approvisionnement d'être affectée ou non par les activités agricoles des municipalités se trouvant en amont. Des réseaux, localisés en tête de bassin jusqu'en aval, à la limite des bassins, ont été retenus selon ce critère. Chacun de ces réseaux a été évalué en regard des municipalités en surplus situées en amont, en y incluant la municipalité où est situé le réseau.

Les réseaux exposés correspondent à tous ceux qui sont localisés en aval des municipalités désignées en surplus de fumier sur le territoire des bassins versants ciblés.

Le groupe de réseaux témoins adjacents rassemble tous les réseaux dont les prises d'eau sont peu susceptibles d'être influencées par des municipalités en surplus de fumier situées sur le territoire des quatre régions administratives visées (Chaudière-Appalaches, Centre-du-Québec, Lanaudière et Montérégie). Un tirage au sort a été effectué pour sélectionner ces réseaux.

Enfin, des réseaux témoins éloignés situés dans les régions administratives des Laurentides, de la Mauricie, de la Capitale-Nationale, de l'Outaouais et de l'Estrie ont également été retenus pour comparer la qualité de l'eau à celle des réseaux témoins adjacents des quatre régions ciblées. Ces réseaux ont été évalués individuellement afin de s'assurer que leur eau n'est pas susceptible d'être influencée par la présence de municipalités en surplus de fumier en amont. Le choix final a été réalisé par tirage au sort à partir de la liste des réseaux qui satisfont aux critères de sélection.

2.2.3 Banques de données et cartes utilisées

La sélection des réseaux témoins et exposés a été réalisée à partir des listes des municipalités témoins et en surplus de fumier produites par le MENV. Les listes des réseaux d'eau potable regroupés par bassin versant et par région administrative ont été préparées à partir de la banque informatisée *Eau Potable* gérée par le MENV.

Des cartes présentant la localisation des réseaux municipaux approvisionnés en eau souterraine et de surface des régions administratives visées, ont aussi permis de localiser plus précisément les réseaux à l'étude et de sélectionner les prises d'eau de surface susceptibles d'être affectées ou non par les municipalités en surplus de fumier qui sont situées en amont.

Une liste de réseaux sélectionnés à partir de l'analyse des informations fournies par les banques de données des réseaux municipaux et des listes des municipalités en surplus de fumier a été préparée. Le tableau 2.1 présente un portrait de l'ensemble des réseaux retenus pour l'étude selon les groupes définis dans le protocole et selon le type de traitement appliqué dans ces derniers.

Tableau 2.1 Réseaux sélectionnés pour participer à l'étude

| Type de réseaux selon leur source d'approvisionnement et leur localisation | Traitement complet | Simple chloration | Aucun traitement | Nombre total de réseaux par groupe (type de puits) |
|--|--------------------|-------------------|------------------|--|
| <i>Eau souterraine</i> | | | | (surface/tubulaire) |
| Exposés | 2 | 21 | 27 | 50 (7/43) |
| Témoins adjacents | 1 | 8 | 19 | 28 (6/22) |
| Témoins éloignés | 1 | 13 | 12 | 26 (6/20) |
| Total | 4 | 42 | 58 | 104 (19/85) |
| <i>Eau de surface</i> | | | | |
| Exposés | 19 | 5 | 0 | 24 |
| Témoins adjacents | 5 | 14 | 0 | 19 |
| Témoins éloignés | 2 | 16 | 4 | 22 |
| Total | 26 | 35 | 4 | 65 |

2.3 PROCÉDURE DE MISE EN ŒUVRE DE LA CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE ET LISTES DES RÉSEAUX RETENUS

Les exploitants des réseaux ont été invités à participer à l'étude, au cours du mois de mai 2002. Des informations relatives au protocole d'échantillonnage (incluant la période d'échantillonnage) et un questionnaire visant à caractériser avec précision la ou les sources d'approvisionnement de leur réseau ainsi que le traitement appliqué ont été transmis aux exploitants des réseaux ciblés, par courrier postal. Les réseaux ont été retenus ultérieurement dans la mesure où les informations transmises par les exploitants répondaient aux exigences requises pour l'échantillonnage (possibilité de prélever un échantillon d'eau brute, disponibilité en regard de la date d'échantillonnage, délai de réception des questionnaires).

Par la suite, un protocole d'échantillonnage a été acheminé aux exploitants intéressés. Le protocole, incluant la trousse d'échantillonnage, était établi en fonction de la nature de la source d'approvisionnement en eau potable et du traitement appliqué. Ainsi, quatre trusses d'échantillonnage différentes ont été préparées et transmises aux exploitants participants. Celles-ci sont présentées à l'annexe II.

Quatre-vingt-cinq pour cent des exploitants ont accepté l'invitation et ont complété le questionnaire. Ces derniers devaient notamment informer les représentants du MENV de la possibilité de prélever des échantillons d'eau brute avant tout traitement et d'identifier au besoin, dans le cas des eaux souterraines, le puits le plus représentatif ou le plus vulnérable à la contamination agricole selon que le réseau était identifié comme étant un réseau témoin ou un réseau exposé (Questionnaire n° 1 ou n° 2). Une copie de ces questionnaires est présentée à l'annexe III ainsi que des informations complémentaires concernant les réseaux témoins à l'étude, pour s'assurer que les questions qui ont été posées aux différents groupes n'introduisent pas de biais susceptible de fausser l'interprétation des résultats.

À la lumière des informations fournies par les exploitants, les réseaux pour lesquels il était impossible de réaliser les prélèvements demandés ont été retranchés de la liste. Cent trente-huit (138) exploitants ont été avisés de l'endroit précis où devaient être prélevés les échantillons et des modalités de prélèvement particulières à considérer. Enfin, un rappel a été effectué auprès de ces derniers une semaine avant le début de la campagne afin de s'assurer que l'échantillonnage soit effectué à la date prévue. Une date précise d'échantillonnage a été fixée pour chacun des réseaux pour des considérations d'ordre logistique liées au respect des délais d'analyse des échantillons au laboratoire. Respectivement, 82 % et 88 % des réseaux exposés, approvisionnés en eau souterraine et en eau de surface, ciblés dans le cadre de l'étude, ont participé à la campagne d'échantillonnage, par rapport à 87 % et 94 % des réseaux témoins adjacents et, enfin, 67 % et 75 % des réseaux témoins éloignés.

Six listes correspondant aux différents groupes de réseaux sont présentées à l'annexe IV. Elles rassemblent les 146 sources d'approvisionnement incluses à l'étude ainsi que des informations relatives aux réseaux qu'elles alimentent telles que, par exemple, la population desservie et le type de traitement appliqué. Il est à noter que plusieurs réseaux approvisionnés en eau souterraine n'appliquent aucun traitement. Les renseignements concernant les types de traitement appliqués proviennent des informations transmises par les exploitants et de celles contenues dans la banque informatisée *Eau potable* du MENV.

Soulignons que dans dix des municipalités sélectionnées, deux types de captage d'eau souterraine distincts (puits tubulaire et puits peu profond) alimentent un même réseau de distribution. Dans la moitié de ces cas, les deux types de captage ont été échantillonnés. Dans l'autre moitié, un seul captage, le plus souvent un puit tubulaire, a été échantillonné. Enfin, dans un autre cas, le prélèvement a été réalisé après le mélange d'eau provenant de plusieurs sources.

Pour six des municipalités sélectionnées, un captage d'eau souterraine et une prise d'eau de surface approvisionnent le même réseau de distribution. Dans la moitié de ces cas, les deux approvisionnements ont été échantillonnés. Dans l'autre moitié, un seul approvisionnement a été échantillonné, soit majoritairement le captage d'eau souterraine. Toutes ces sources d'approvisionnement respectaient les critères de classification des trois groupes de captages sélectionnés.

2.4 PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

2.4.1 Indicateurs microbiologiques et paramètres chimiques retenus

La grande majorité des maladies d'origine hydrique sont des gastro-entérites; elles sont occasionnées presque exclusivement par des microorganismes pathogènes contenus dans les matières fécales humaines ou animales. Puisqu'il est impossible de rechercher dans l'eau tous les microorganismes pathogènes potentiellement d'origine hydrique, on utilise plutôt des indicateurs dont les méthodes d'analyse sont simples et peu coûteuses. Trois paramètres microbiologiques ont fait l'objet d'analyses pour les échantillons d'eau brute : les bactéries *E. coli*, les bactéries entérocoques et les virus coliphages F-spécifiques. Ces microorganismes ont rarement un potentiel pathogène et ils sont présents en beaucoup plus grande quantité dans les matières fécales humaines et animales que les microorganismes pathogènes. Ils peuvent être utilisés non seulement pour indiquer une contamination fécale de l'eau mais aussi pour évaluer le niveau de risque sanitaire.

L'analyse standard de ces microorganismes ne donne aucune information sur l'origine humaine ou animale de la contamination fécale. Cette pollution fécale peut provenir d'activités agricoles comme l'épandage de fumier ou d'activités humaines comme les débordements ou les rejets d'égouts sanitaires ou encore, les effluents de stations d'épuration des eaux usées. Ils ont été choisis car ils sont considérés parmi les meilleurs indicateurs d'une contamination d'origine fécale. Ces microorganismes sont d'ailleurs spécifiquement nommés à l'annexe I a du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) comme devant être absents de toute eau potable destinée à la consommation humaine.

D'une manière générale, outre les indicateurs microbiologiques, les principaux paramètres chimiques utilisés pour évaluer le niveau de dégradation des milieux aquatiques comprennent les nitrates-nitrites ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$), l'azote ammoniacal (NH_3), le phosphore total (P total) et le carbone organique total (COT). Ces différents contaminants sont entraînés dans les eaux de surface par le ruissellement et l'érosion des sols. Certains d'entre eux sont particulièrement mobiles dans les sols et peuvent migrer vers les eaux souterraines.

Les bactéries *Escherichia coli* (*E. coli*) sont très abondantes dans la flore intestinale normale des humains et des animaux. C'est aussi la seule espèce bactérienne qui est strictement d'origine fécale. Elle est considérée comme le meilleur indicateur d'une contamination fécale de l'eau. Sa présence dans l'eau

signifie que cette dernière peut contenir des microorganismes pathogènes, comme le sérotype pathogène *E. coli* O157:H7 responsable de l'épidémie de Walkerton, en Ontario. À noter que la bactérie *E. coli* fait partie du groupe des coliformes fécaux pouvant contenir d'autres espèces bactériennes qui ne sont pas toujours d'origine fécale. Les bactéries *E. coli* sont également utilisées aux États-Unis (USEPA - Bacterial water quality standards for recreational waters, juin 2003), comme indicateur de la salubrité des plages en eau douce.

Les bactéries entérocoques sont aussi très abondantes dans la flore intestinale humaine et animale mais en concentrations moindres par rapport aux bactéries *E. coli*. Par contre, les bactéries entérocoques sont en général plus persistantes dans l'environnement que *E. coli* et peuvent donc indiquer une contamination fécale plus ancienne. Il est important de préciser aussi que contrairement à *E. coli*, certaines variétés de bactéries entérocoques ne sont pas d'origine fécale, comme *E. faecum* variété *casseliflavus* par exemple, qui se retrouve naturellement sur les végétaux et dans les sols incultes. Cependant, la présence de bactéries entérocoques dans une eau souterraine n'est pas acceptable et indique tout au moins une vulnérabilité du captage à la pollution provenant de la surface.

En outre, leur utilisation comme indicateur fécal en eau souterraine est reconnue par la U. S. Environmental Protection Agency, USEPA (Ground Water Rule, proposed rule, mai 2000). Les bactéries entérocoques sont d'ailleurs utilisées comme critère de la salubrité des plages en eau douce et en eau marine par le même organisme (Bacterial water quality standards for recreational waters, juin 2003). Les bactéries entérocoques sont également utilisées au Québec dans le programme Environnement-Plage comme indicateur de la salubrité des plages en milieu marin. Dans le cadre de notre étude, nous considérons la présence de bactéries entérocoques comme indicatrice d'une pollution d'origine fécale.

Les coliphages F-spécifiques sont des virus qui infectent essentiellement les bactéries *E. coli*, dans des conditions particulières que l'on retrouve presque uniquement dans l'intestin des humains et des animaux. Ces virus retrouvés dans l'environnement proviennent donc de l'intestin humain ou animal, de sorte que leur présence dans l'eau de surface ou souterraine indique une contamination fécale de l'eau. Les virus sont beaucoup plus petits que les bactéries et persistent aussi plus longtemps dans l'environnement. En principe, ils peuvent être présents dans une eau souterraine en l'absence de toute contamination bactérienne. Les coliphages F-spécifiques sont considérés comme un meilleur indicateur que les bactéries pour évaluer la présence potentielle de virus pathogènes dans l'eau souterraine. Par contre, puisqu'ils sont peu présents dans les matières fécales humaines, il est préférable qu'ils soient analysés conjointement avec les indicateurs bactériens.

Les virus sont très sélectifs dans leur mode d'action, de sorte qu'habituellement, les virus pathogènes pour l'homme proviennent de matières fécales humaines et non animales. Il y a donc certaines incertitudes par rapport à la signification sanitaire de la présence de cet indicateur viral puisqu'il est impossible, avec la méthode actuellement utilisée, de connaître l'origine humaine ou animale des coliphages F-spécifiques dénombrés.

Les nitrates-nitrites (NO₃-NO₂) Les nitrates représentent la forme oxydée la plus stable de l'azote. En présence d'oxygène, l'activité microbienne oxyde l'azote en nitrates; les nitrites constituant une forme instable en présence d'oxygène, ils sont considérés comme une forme intermédiaire entre l'ammoniac et les nitrates. En outre, les nitrates sont très mobiles et migrent facilement vers les eaux souterraines. Les roches ignées peuvent constituer notamment une source de nitrates dans les eaux. L'oxydation des débris végétaux animaux, les excréments animaux, les effluents industriels et municipaux et les engrais inorganiques sont autant de sources de nitrates. Selon Halberg (1989), la présence naturelle des nitrates dans l'eau souterraine est rarement supérieure à 1 mg/L-N, de sorte que des concentrations supérieures à cette valeur constituent généralement une indication de l'impact des activités humaines sur la ressource. Le MENV utilise d'ailleurs ce seuil pour identifier les aquifères pouvant être affectés par des activités anthropiques (Champagne, 1993). Selon une étude réalisée en sol québécois à la fin des années 1970, la moyenne des concentrations d'azote total mesurées dans plusieurs aquifères dispersés sur le territoire québécois (Basses-terres du Saint-Laurent, Appalaches et Bouclier canadien) était de l'ordre de

0,66 mg/L (Simard et coll., 1980). L'azote total représente une mesure de l'ensemble des composés azotés organiques et inorganiques présents dans l'aquifère, dont les nitrates. Des puits individuels ont été principalement analysés dans le cadre de cette étude.

Par ailleurs, selon la Commission géologique des États-Unis, des concentrations de nitrates inférieures à 0,2 mg/L-N indiquent une origine naturelle de ces composés dans l'eau souterraine alors que des valeurs supérieures à 3 mg/L-N révèlent, hors de tout doute, l'impact des activités anthropiques. Des concentrations intermédiaires représentent, selon ce même organisme, des conditions douteuses où l'on peut suspecter l'impact des activités humaines (Madisson and Brunett, 1985).

En ce qui concerne les eaux de surface, des concentrations d'azote total de plus de 1 mg/L-N indiquent l'impact d'activités anthropiques (MENV, 2004). Ce seuil vaut à plus forte raison lorsque les nitrates représentent la seule forme de composés azotés prise en compte.

Les nitrates-nitrites ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$) constituent un paramètre visé par le *Règlement sur la qualité sur l'eau potable*. Une norme de 10 mg/L-N est établie pour ces composés. Cette valeur est basée sur le risque que présente l'exposition aux nitrates-nitrites pour le nourrisson (Santé Canada, 1992).

L'azote ammoniacal est la forme inorganique la plus réduite de l'azote dans l'eau. Il comprend l'ammoniac dissous (NH_3) et l'ion ammonium (NH_4^+). Il constitue généralement un composé instable dans les eaux de surface et les eaux souterraines. Aussi, des concentrations appréciables d'azote ammoniacal dans les eaux de surface témoignent généralement de la proximité de sources de pollution importantes telles que des rejets d'eaux usées et l'épandage de fumier ou de lisier (MENV, 2002). Les engrais chimiques contiennent également de l'ammoniac et des sels d'ammonium très solubles. En absence d'oxygène (milieu réducteur), l'azote ammoniacal peut également se retrouver dans les eaux souterraines. Les nappes captives, caractérisées notamment par une couche d'argile protectrice, présentent de telles conditions. De faibles concentrations d'azote ammoniacal résultant de ces formations peuvent être présentes dans ces aquifères. La présence d'une source directe d'ammoniac peut également affecter ces aquifères alors qu'il sera peu ou pas transformé en nitrates. On possède peu d'informations sur la teneur de fond de l'azote ammoniacal dans les eaux souterraines. Les eaux naturelles renferment généralement moins de 0,1 mg/L d'ammoniac. Des concentrations supérieures à ce seuil peuvent indiquer la présence de sources anthropiques (Environnement Canada, 1980).

En présence de concentrations d'azote ammoniacal supérieures à 0,5 mg/L-N, le traitement de l'eau par les stations de traitement d'eau potable est rendu plus complexe. Cette valeur guide proposée antérieurement par Santé Canada était de 0,5 mg/L de NH_3 . Ce seuil servira à analyser les résultats.

Le phosphore est un constituant des engrais minéraux, des fumiers et lisiers mais peut également provenir de la dégradation de la matière végétale. Les eaux usées domestiques et les effluents industriels peuvent en contenir. Cet élément est par ailleurs adsorbé par les particules fines du sol et, par conséquent, a peu tendance à migrer vers les eaux souterraines. Il peut toutefois ruisseler dans les eaux de surface et il est responsable de l'eutrophisation des milieux aquatiques. Des concentrations supérieures à 30 $\mu\text{g/L}$ en rivières et à 20 $\mu\text{g/L}$ en lacs indiquent généralement un état d'eutrophisation du milieu (MENV, 2004). Par ailleurs, on possède peu d'informations sur la teneur de fond du phosphore dans les eaux souterraines. Lors de l'étude de caractérisation des eaux souterraines réalisée en 1970, par le ministère de l'Environnement, la moyenne des concentrations de phosphore total dans les aquifères étudiés était de l'ordre de 0,022 mg/L (22 $\mu\text{g/L}$). Cette même teneur de fond est également rapportée par le Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, en 1987.

Le carbone organique total (COT) mesuré dans les eaux de surface peut être d'origine naturelle et anthropique. Certaines rivières du Québec, par exemple, sont particulièrement chargées en matière organique. Les eaux souterraines de bonne qualité sont au contraire peu chargées en matière organique. On possède toutefois peu d'informations sur les niveaux naturels de carbone organique dans les aquifères québécois.

Dans le domaine de la production d'eau potable, des concentrations de carbone organique total supérieures à 3 mg/L sont susceptibles d'entraîner la formation de sous-produits de la chloration, notamment des trihalométhanes, à des concentrations supérieures à la norme de 80 µg/L fixée pour ces composés (Tremblay, 1993).

Les trihalométhanes (THM) font partie des sous-produits de la chloration. Ceux-ci sont formés par l'action du chlore sur la matière organique présente dans l'eau, lors de la désinfection. La formation de ces composés doit être minimisée et une norme de 80 µg/L (moyenne annuelle de 4 résultats saisonniers) est prévue au RQEP. Pour éviter la formation de ces composés à des niveaux indésirables dans l'eau traitée, la teneur en carbone organique présente dans l'eau brute doit être diminuée avant l'étape de la désinfection par le chlore, dont l'efficacité ne doit jamais être compromise. L'impact de la qualité de l'eau brute qui doit subir une chloration est évalué par la mesure des THM dans l'eau distribuée. Afin d'évaluer adéquatement le potentiel de formation des THM dans l'eau traitée, la mesure de paramètres complémentaires tels que le pH, le COT, la transmittance UV et enfin le chlore résiduel libre est requise.

2.4.2 Période d'échantillonnage et lieux de prélèvement

Une campagne d'échantillonnage a été réalisée, du 18 au 29 août 2002, tel que prévu dans le protocole d'échantillonnage. Quelques échantillons ont par ailleurs été prélevés et acheminés au Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) au début des mois d'août et de septembre 2002. Exceptionnellement, les échantillons d'un réseau qui avaient été prélevés plus tardivement, soit le 24 septembre 2002, n'ont pas été analysés. Quatre-vingt-treize pour cent (93 %) des réseaux retenus pour l'étude ont été échantillonnés dans la période prévue.

Les paramètres à analyser et les lieux de prélèvement ont varié selon les réseaux en regard de la nature du traitement appliqué. Ainsi, l'exploitant d'un réseau approvisionné à partir d'une eau de surface muni d'un traitement complet devait effectuer un prélèvement d'eau brute, d'eau filtrée et d'eau distribuée afin de fournir un portrait plus précis de la qualité globale de l'eau. Par ailleurs, l'exploitant d'un réseau approvisionné par une eau souterraine n'appliquant aucun traitement, devait prélever des échantillons d'eau brute seulement. Quant aux réseaux dont l'eau est simplement chlorée, qu'il s'agisse d'approvisionnement en eau de surface ou souterraine, des prélèvements d'eau brute et d'eau distribuée étaient requis.

La qualité de l'eau distribuée a été évaluée à partir de l'analyse des trihalométhanes (THM). La matière organique (COT) présente à l'eau brute est responsable de la formation de ces composés dans l'eau chlorée et elle constitue par conséquent les précurseurs de formation des THM. Puisque la filtration de l'eau représente une étape importante de clarification avant la chloration en diminuant le potentiel de formation des THM, la qualité de l'eau filtrée avant la chloration a aussi été évaluée dans les réseaux appliquant un traitement complet. Dans ce cas, le COT et la transmittance UV ont été analysés.

Les tableaux 2.2 et 2.3 décrivent les lieux de prélèvement pour les réseaux approvisionnés respectivement en eau de surface et en eau souterraine selon le type de traitement appliqué ainsi que les paramètres à analyser. Ces tableaux résument le contenu de chacune des quatre trousseaux qui ont été acheminés aux exploitants selon le type de réseau qu'ils opèrent.

Tableau 2.2 Réseaux approvisionnés en eau de surface

| Trousse n° | Traitement | Site de prélèvement | | |
|---|---|--|------------------------------|---------------------------------|
| | | Eau brute | Eau filtrée | Extrémité du réseau |
| 1 | Complet (filtration et chloration) | <i>E.coli</i> | | |
| | | Entérocoques | | |
| | | Coliphages F-spécifiques | | |
| 26 réseaux ont été sélectionnés pour l'étude | | Transmittance UV | Transmittance UV | |
| | | COT | COT | |
| | | Nitrates-nitrites | | |
| | | Azote ammoniacal | | THM |
| | | Phosphore total | | pH et température (in situ) |
| | | Chlore résiduel libre (in situ) | | Chlore résiduel libre (in situ) |
| 2 | Simple chloration | <i>E.coli</i> | Aucun prélèvement | |
| | | Entérocoques | | |
| | | Coliphages F-spécifiques (dénombrement) | | |
| Transmittance UV | | | | |
| 25 réseaux ont été sélectionnés pour l'étude | | COT | | |
| | | Nitrates-nitrites | | |
| | | Azote ammoniacal | | THM |
| | | Phosphore total | | pH et température (in situ) |
| | | Chlore résiduel libre (in situ) | | Chlore résiduel libre (in situ) |

Les réseaux alimentés en eau de surface simplement chlorée ne respectent pas les exigences concernant le taux d'enlèvement des parasites tel que prévu à l'article 5 du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP). Une disposition du RQEP oblige par ailleurs ces exploitants à installer un système de filtration ou une double désinfection avant le 28 juin 2005 ou le 28 juin 2007, selon que la population desservie compte moins de 50 000 personnes ou 50 000 personnes et plus. Cette disposition s'applique aussi aux sources d'approvisionnement en eau souterraine sous l'influence directe des eaux de surface.

Tableau 2.3 Réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Trousse n° | Traitement | Site de prélèvement | | | |
|---|------------------------------------|---|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| | | Eau brute | Eau filtrée | Extrémité du réseau | |
| 3 | Eau souterraine chlorée | <i>E.coli</i> | Aucun prélèvement | | |
| | | Entérocoques | | | |
| | | Coliphages F-spécifiques (dénombrement) | | | |
| | | Transmittance UV | | | |
| 63 réseaux ⁽¹⁾ ont été sélectionnés pour l'étude | | COT | | | |
| | | Nitrates-nitrites | | | |
| | | Azote ammoniacal | | | THM |
| | | Phosphore total | | | pH et température (in situ) |
| | | Chlore résiduel libre (in situ) | | | Chlore résiduel libre (in situ) |
| Trousse n° | Traitement | Site de prélèvement | | | |
| | | Eau brute | Eau filtrée | Extrémité du réseau | |
| 4 | Eau souterraine non chlorée | <i>E.coli</i> | Aucun prélèvement | Aucun prélèvement | |
| | | Entérocoques | | | |
| | | Coliphages F-spécifiques | | | |
| | | Transmittance UV | | | |
| 31 réseaux ont été sélectionnés pour l'étude | | COT | | | |
| | | Nitrates-nitrites | | | |
| | | Azote ammoniacal | | | |
| | | Phosphore total | | | |
| | | Chlore résiduel libre (in situ) | | | |

(1) : Un de ces réseaux applique un traitement complet; les modalités analytiques correspondent au tableau 2.2 Eau de surface (traitement complet).

2.4.3 Procédure d'échantillonnage

L'échantillonnage a été effectué par les exploitants de chacun des réseaux à l'étude. Tous ont reçu une trousse d'échantillonnage contenant les éléments suivants : le contenu de la trousse, les informations sur le mode de prélèvement et les principes usuels d'asepsie, une fiche descriptive et les formulaires d'analyses. Les exploitants connaissaient déjà les méthodes d'échantillonnage exigées par le RQEP pour tous les paramètres microbiologiques et physicochimiques prévus au Règlement. Les méthodes de conservation des échantillons utilisées sont celles prévues également au RQEP en référence au document *Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du RQEP*. Ce document est disponible sur le site Internet du MENV, sous la rubrique Eau potable.

Le Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ) a procédé à l'analyse de tous les échantillons.

2.4.4 Méthodes d'analyse

Les méthodes d'analyse utilisées par le laboratoire du MENV pour la mesure des paramètres retenus dans le cadre de l'étude sont décrites à l'annexe V.

2.4.5 Réseaux ayant transmis des échantillons

Dans un cas seulement, la réception tardive des échantillons ne permettait pas de respecter les délais prescrits entre le prélèvement et l'analyse. Les analyses n'ont donc pu être effectuées pour ce réseau. Le tableau 2.4 présente sommairement les réseaux pour lesquels des résultats d'analyse ont été obtenus.

Tableau 2.4 Réseaux ayant transmis des échantillons dans le délai prévu

| Type de réseaux selon leur source d'approvisionnement et leur localisation | Traitement complet | Simple chloration | Aucun traitement | Nombre total de réseaux par groupe (type de puits) |
|--|--------------------|-------------------|------------------|--|
| <i>Eau souterraine</i> | | | | (surface/tubulaire) |
| Exposés | 1 | 39 | 9 | 49 (10/39) |
| Témoins adjacents | 0 | 15 | 13 | 28 (2/26) |
| Témoins éloignés | 0 | 8 | 9 | 17 (5/12) |
| Total | 1 | 62 | 31 | 94 (19/85) |
| <i>Eau de surface</i> | | | | |
| Exposés | 17 | 3 | | 20 |
| Témoins adjacents | 7 | 9 | | 16 |
| Témoins éloignés | 2 | 13* | 0 | 15* |
| Total | 26 | 25* | 0 | 51* |

* Les résultats d'un réseau n'ont pas été retenus dans le traitement des données (voir section 2.4.6)

2.4.6 Traitement des résultats obtenus

À la suite de l'analyse des résultats obtenus, il a fallu éliminer un site de prélèvement classé dans le protocole comme un témoin éloigné en eau de surface. En effet, le résultat obtenu et confirmé par un deuxième échantillonnage était de 2 800 ufc/100ml pour les bactéries entérocoques. Ce résultat surprenant était quatre fois plus élevé que le résultat le plus élevé obtenu dans une zone en surplus de fumier. En outre, une enquête a permis d'identifier la présence d'un effluent de station d'épuration des eaux usées situé en amont de la source d'approvisionnement. Il a donc été décidé d'exclure ce site puisqu'il ne correspondait plus à la définition correspondant aux zones témoins, à savoir des sites exempts d'activités agricoles intensives qui sont malgré tout soumis à des sources locales de pollution similaires aux zones en surplus de fumier. Manifestement, cette source locale de pollution identifiée par la présence des entérocoques est beaucoup plus importante que celle retrouvée dans les autres sites, incluant les zones en surplus de fumier. Signalons de plus, qu'au point de vue statistique, le contrôle d'un résultat aberrant, en présence d'un petit nombre de données ne peut se faire qu'en excluant cette valeur. Par ailleurs, tous les autres échantillons prélevés durant la période d'échantillonnage prévue ont été pris en compte dans la présente étude. Les résultats d'analyse pour chacun de ces échantillons sont présentés à l'annexe VI.

Dans le cadre de cette étude, 31 réseaux d'eau souterraine distribuant une eau non désinfectée ont été étudiés. Puisqu'aucun traitement n'est appliqué dans ces réseaux, l'eau brute provenant de ces captages est considérée comme étant destinée à la consommation humaine. Le RQEP stipule, entre autres, que cette eau ne doit pas contenir d'organismes indicateurs d'une contamination d'origine fécale. Or, cette situation s'est produite dans deux échantillons (un résultat positif pour les coliphages F-spécifiques et un pour les bactéries entérocoques). Conformément au RQEP, le CEAEQ a avisé les exploitants des réseaux visés et un suivi a été effectué. La même démarche aurait été suivie si la présence de composés chimiques avait été retrouvée en concentrations supérieures aux normes prévues au RQEP. Cependant, cette situation ne s'est pas produite dans le cadre de l'étude.

Il n'y a pas de lien systématique entre la contamination fécale (*E. coli* ou coliformes fécaux) mise en évidence dans le système de distribution (réseau) lors des contrôles bactériologiques réglementaires et la contamination de l'eau brute détectée dans le cadre de la présente étude. En effet, cette contamination de l'eau brute se retrouvera dans le système de distribution seulement en l'absence de traitement ou en présence d'une déficience majeure de ce dernier. Par ailleurs, la contamination fécale mise en évidence dans le réseau peut résulter de problèmes liés seulement au système de distribution (réparations, contamination croisée avec l'égout sanitaire, siphonage d'eau contaminée dans le réseau, etc.).

2.5 TESTS STATISTIQUES EMPLOYÉS

2.5.1 Statistiques descriptives

Afin de synthétiser les résultats des analyses microbiologiques et physicochimiques effectuées sur les échantillons prélevés dans les différents groupes de réseaux d'alimentation en eau potable, des tableaux présentant certaines statistiques descriptives ont été produits. La distribution des données sur la qualité de l'eau étant habituellement asymétrique (non normale), la médiane a été utilisée pour déterminer la tendance centrale des résultats. La moyenne arithmétique a par ailleurs été calculée et est présentée à des fins de comparaison. Elle permet notamment de mettre en évidence l'asymétrie des résultats lorsqu'elle est supérieure à la médiane.

La détermination statistique des médianes et des moyennes a été obtenue en attribuant la valeur numérique de 0 aux résultats d'analyse suivants : absence, <1 et <2 (pour les bactéries en eau de surface seulement) en conservant les unités correspondantes et la valeur de 100 aux résultats d'analyse >100 ufc/100ml. Nous avons estimé que ce choix était l'approximation la plus appropriée, qu'il facilitait la comparaison des résultats et leur interprétation et n'introduisait pas de biais entre les groupes témoins et le groupe exposé, les deux étant considérés de façon similaire. En ce qui concerne les paramètres chimiques, la moitié du seuil de détection a été retenue pour prendre en compte les résultats inférieurs au seuil de détection.

Le centile 90 (valeur maximale qui n'est dépassée que par 10 % des résultats) a été retenu dans l'analyse des valeurs maximales et ce, plus particulièrement pour les données physicochimiques puisque celles-ci sont souvent caractérisées par la présence de certaines mesures anormalement élevées qui ont un faible pourcentage de récurrence. Le calcul du centile 90, accompagnant les valeurs maximales enregistrées pour chaque groupe de réseaux, se veut un indicateur plus réaliste des valeurs extrêmes qui peuvent être mesurées au sein d'un groupe de réseaux.

2.5.2 Tests statistiques

Les résultats des différents groupes de réseaux ont été comparés, un paramètre à la fois, à l'aide du test non paramétrique de Wilcoxon Mann-Whitney (PROC NPAR1WAY, SAS Institute, 1999). Les deux groupes témoins ont d'abord été comparés afin de vérifier si les résultats des réseaux témoins adjacents étaient différents des résultats provenant des réseaux témoins éloignés. En l'absence de différences significatives ($p > 0,05$), les données des deux groupes de réseaux témoins ont été considérées homogènes et regroupées. Par la suite, les résultats des réseaux exposés ont été comparés à ceux des réseaux témoins regroupés. Des analyses séparées ont été effectuées pour les réseaux alimentés en eau souterraine et les réseaux alimentés en eau de surface. En outre, cette comparaison a également été effectuée pour les réseaux alimentés uniquement par des rivières. Pour comparer les proportions de sources souterraines contaminées au niveau bactériologique entre les deux groupes de réseaux, le test exact de Fisher de comparaison de proportions a été employé.

Afin de connaître le degré d'association entre les variables microbiologiques et physicochimiques, nous avons calculé le coefficient de corrélation de rang de Spearman (SAS Institute, 1999) en traitant séparément les réseaux approvisionnés en eau de surface et les réseaux approvisionnés en eau souterraine. Dans un premier temps, les coefficients de corrélation ont été calculés en considérant les groupes de réseaux un à la fois (témoins puis exposés) puis globalement. Les résultats de ces tests seront présentés à l'étape de la description et de l'interprétation des résultats aussi bien pour les aspects microbiologiques que chimiques.

2.6 CARTOGRAPHIE DES RÉSEAUX ÉTUDIÉS ET DES RÉSULTATS DE QUALITÉ DE L'EAU

Des cartes présentant la localisation des réseaux étudiés ont été réalisées à partir de données géoréférencées provenant de la banque informatisée *Eau Potable* et de la liste des municipalités en surplus de fumier. Elles sont présentées à l'annexe I.

Ces cartes ont été produites pour visualiser, aussi bien en eau souterraine qu'en eau de surface, les différents éléments discutés dans cette étude, notamment les résultats d'analyse et les types de traitement ou de captage.

Par exemple, à l'aide de ces cartes, on repère très facilement les limites des bassins versants à l'étude et celles des municipalités en surplus de fumier. Elles montrent aussi les lieux de captages d'eau souterraine et leur répartition dans l'ensemble des bassins versants. En ce qui a trait à l'eau de surface, on se rend compte du plus petit nombre de sources d'approvisionnement étudiées et de leur localisation groupée. On remarque aussi que les sources d'approvisionnement desservant une eau de surface filtrée (traitement complet) se retrouvent principalement dans les zones exposées ou encore qu'elles se situent en aval du bassin versant subissant ainsi l'influence des municipalités exposées en amont.

Ces cartes servent à illustrer et à compléter les commentaires et seront mentionnées dans le texte aux endroits appropriés.

2.7 AUTRES DONNÉES ANALYSÉES

2.7.1 Types de sources d'approvisionnement étudiées

La description des types de sources d'approvisionnement en eau souterraine et de surface faisant l'objet de cette étude est présentée à la section 3. Elle précède la présentation des résultats d'analyse obtenus pour ces différents types de captage. Cette information provient des questionnaires qui ont été complétés par les exploitants. Elle a été validée par la suite à partir des données de la banque informatisée *Eau potable*.

2.7.2 Types de traitements appliqués

Le type de traitement nécessaire pour assurer un approvisionnement sécuritaire en eau potable dépend de la nature et la qualité de la source d'approvisionnement. Les exigences d'élimination des microorganismes pathogènes inscrites dans le RQEP sont minimales. Si la qualité de la source d'approvisionnement se détériore, le traitement doit être rehaussé afin d'assurer la distribution d'une eau potable saine et sécuritaire. En principe, ceci s'applique essentiellement pour les eaux de surface et pour les eaux souterraines directement influencées par l'eau de surface. Le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* établit des critères de moyenne annuelle en coliformes fécaux dans l'eau brute de surface pour fixer à la hausse les exigences d'élimination des kystes de *Giardia*, par

exemple. Pour une eau souterraine non désinfectée, la mise en évidence d'une contamination fécale entraîne l'obligation d'installer un traitement permettant l'enlèvement d'au moins 99,99 % des virus.

Par contre, il est admis que la première barrière dans la distribution en continu d'une eau potable saine est une bonne qualité de la source d'approvisionnement. En effet, une déficience dans l'efficacité du traitement pourrait possiblement avoir de graves conséquences pour la santé de la population si la source d'approvisionnement est fortement contaminée. D'ailleurs, la *Politique nationale de l'eau*, publiée récemment (gouvernement du Québec, 2002), privilégie cette approche par la formation de comités de bassins versants, dont l'un des objectifs est de protéger les eaux de surface utilisées comme source d'approvisionnement en eau potable.

En outre, le type de traitement appliqué peut représenter un indicateur de la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable. C'est la raison pour laquelle ils ont été étudiés dans le cadre de cette étude à titre indicatif. Cette information provient des questionnaires complétés par les exploitants et est corroborée par la consultation de la banque informatisée *Eau potable*.

2.7.3 Données de précipitations

Les précipitations très fortes peuvent avoir un impact sur la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines non étanches (voir la référence à la section 3.3). Cette information est d'autant plus importante lorsqu'un échantillonnage instantané et ponctuel de la qualité de l'eau est réalisé, comme c'est le cas dans la présente étude. Les données des précipitations déversées sur les différentes régions faisant l'objet de l'étude proviennent du suivi de l'information sur le milieu atmosphérique (sommaire climatologique) et sont discutées à la section 3.3.

3 PRÉSENTATION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

3.1 EAU SOUTERRAINE

3.1.1 Description des captages étudiés

Pour visualiser la localisation des types de captage, il est possible de consulter la carte n° 1 : Approvisionnements en eau souterraine : Exposés, Témoins adjacents (1) et éloignés (2), à l'annexe I.

Dans le cadre de l'étude, un total de 94 installations de captage d'eau souterraine a été échantillonné. Ces installations de captage se répartissent dans différentes catégories : puits tubulaire, puits rayonnant, source à drains horizontaux, source à bassin unique et puits de surface. Parmi les installations échantillonnées, 77 ont été identifiées comme faisant partie de la catégorie des puits tubulaires, tandis que 17 appartiennent aux autres catégories. Ces dernières sont généralement considérées a priori comme plus susceptibles d'être contaminées puisque l'eau captée se trouve dans les couches superficielles du sol. Cette évaluation est cependant grossière et ne tient pas compte de la vulnérabilité de l'eau souterraine, de l'influence directe de l'eau de surface sur le captage ainsi que des sources de pollution dans l'aire d'alimentation ou les aires de protection microbiologique.

Parmi l'ensemble des sources d'eau souterraine faisant partie de l'étude, 49 d'entre elles se trouvent dans des zones en surplus de fumier (voir le tableau 3.1) alors que 45 sont situées dans les zones témoins. De ce nombre, 28 se trouvent dans les bassins versants visés ou dans des bassins versants adjacents. Enfin, 17 se trouvent à l'extérieur de ces bassins, dans des régions administratives plus éloignées.

Le tableau 3.1 permet également de constater que la proportion de captages de types autres que les puits tubulaires représente 20,4 % des captages étudiés dans les zones exposées, tandis que cette proportion est globalement de 15,6 % dans les zones témoins (7,1 % des captages dans le groupe des témoins adjacents et 29,4 % des captages dans le groupe des témoins éloignés).

Tableau 3.1 Types de captage selon le groupe de réseaux correspondants

| Groupes de réseaux | Eau souterraine | |
|--------------------|-----------------|-----------|
| | PTU | Autres |
| Exposés | 39 | 10 |
| Témoins regroupés | 38 | 7 |
| Témoins adjacents | 26 | 2 |
| Témoins éloignés | 12 | 5 |
| Total | 77 | 17 |

Le *Règlement sur le captage des eaux souterraines* exige (MENV, 2002) la réalisation d'une étude hydrogéologique et ainsi, la connaissance de l'indice DRASTIC de vulnérabilité du captage. Comme nous l'avons indiqué auparavant, cette information sur la vulnérabilité des captages n'est pas disponible à l'heure actuelle ni pour les zones en surplus de fumier, ni pour les zones témoins. En outre, le nombre semblable de sites échantillonnés, soit 49 pour les réseaux exposés et 45 pour les réseaux témoins regroupés, facilite cette comparaison, d'autant plus que la proportion de puits peu profonds par rapport aux puits tubulaires est très comparable entre les zones témoins et exposées. En effet, 80 % des captages dans les zones en surplus de fumier sont des puits tubulaires comparativement à 84 % dans les zones témoins. La répartition des types de captage est donc similaire entre les deux groupes. Par conséquent, le type de captage ne peut à lui seul expliquer les différences qui seraient observées entre les résultats

obtenus dans chacun des groupes. En effet, la faible profondeur du captage est un facteur important dans l'évaluation de la vulnérabilité.

3.1.2 Description des types de traitement et la population desservie

Pour visualiser la localisation des différents traitements appliqués, il est possible de consulter la carte n° 2 : Approvisionnements en eau souterraine : Types de traitement (Traitement complet, chloration ou aucun traitement), en annexe I.

Le RQEP n'exige pas la désinfection de toutes les eaux souterraines. Par contre, lorsqu'une contamination fécale est mise en évidence à l'eau brute, cette source d'approvisionnement souterraine doit obligatoirement être désinfectée pour enlever au moins 99,99 % des virus.

Les types de traitement appliqués aux sources d'eau souterraine sélectionnées sont les suivants : aucun traitement, simple chloration ou traitement complet (filtration et chloration). Les traitements complets en eau souterraine sont peu fréquents. On remarque, d'après le tableau 3.2, qu'une seule source d'approvisionnement en eau souterraine est traitée de cette façon et elle est située dans une zone en surplus de fumier. Au total, 31 sources d'approvisionnement en eau souterraine ne reçoivent aucun traitement, la grande majorité (71 %) étant situées dans les municipalités témoins alors que 62 sont traitées (chloration ou traitement complet), la majorité (63 %) étant situées dans les zones en surplus de fumier.

En fait, seulement 19 % des 49 sources d'approvisionnement en eau souterraine dans les municipalités en surplus de fumier ne reçoivent aucun traitement, alors que ce pourcentage est de 49 % pour les 45 sources d'approvisionnement en eau souterraine, dans les municipalités témoins.

Tableau 3.2 Types de traitement de l'eau et population moyenne desservie selon le groupe de réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Groupes de réseaux (eau souterraine) | Aucun traitement | | Chloration | | Traitement complet | |
|---|------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|
| | Nombre total | Population moyenne desservie | Nombre total | Population moyenne desservie | Nombre total | Population moyenne desservie |
| Exposés | 9 | 859 | 39 | 2183 | 1 | 940 |
| Témoins regroupés | 22 | 1103 | 23 | 2409 | 0 | 0 |
| Témoins adjacents | 13 | 1349 | 15 | 1653 | 0 | 0 |
| Témoins éloignés | 9 | 746 | 8 | 3827 | 0 | 0 |
| Total | 31 | | 62 | | 1 | |

On remarque aussi qu'un traitement en continu de l'eau souterraine (chloration ou traitement complet) est appliqué dans 82 % des sites échantillonnés dans les zones en surplus de fumier comparativement à 51 % pour les sites échantillonnés dans les zones témoins regroupés. Même si un traitement est plus souvent appliqué dans les zones en surplus de fumier, le tableau 3.3 fait ressortir que la proportion de puits tubulaires associée à des réseaux, dont l'eau est traitée, est la même dans les zones en surplus de fumier (30/40, soit 75 %) par rapport aux zones témoins (17/23, soit 74 %). Dans ce même tableau, on remarque que la presque totalité des réseaux dont l'eau n'est pas traitée (30/31, soit 97 %), sont alimentés par des puits tubulaires et se situent principalement dans les zones témoins.

Tableau 3.3 Types de traitement de l'eau en relation avec le type de puits et les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Groupes de réseaux (eau souterraine) | Aucun traitement | | Chloration | | Traitement complet | |
|---|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| | Nombre de puits tubulaires | Nombre de puits de type autre | Nombre de puits tubulaires | Nombre de puits de type autre | Nombre de puits tubulaires | Nombre de puits de type autre |
| Exposés | 9 | 0 | 29 | 10 | 1 | 0 |
| Témoins regroupés | 21 | 1 | 17 | 6 | 0 | 0 |
| Témoins adjacents | 13 | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 |
| Témoins éloignés | 8 | 1 | 4 | 4 | 0 | 0 |
| Total | 30 | 1 | 46 | 16 | 1 | 0 |

Un système de désinfection en continu des sources d'approvisionnement en eau potable est donc appliqué plus souvent dans les zones en surplus de fumier que dans les zones témoins. Il est très difficile de savoir, pour chacun des cas, la raison première qui a motivé l'installation d'un traitement. Par contre, un système de désinfection en continu offre une meilleure sécurité d'approvisionnement en eau potable à la population lorsque l'eau brute est contaminée.

On remarque aussi, d'après le tableau 3.2, que les populations moyennes desservies sont sensiblement similaires entre les zones exposées et les zones témoins, ce qui permet d'éliminer un biais pouvant être associé à la capacité des municipalités de ces deux groupes de mettre en place rapidement un système de traitement de l'eau compte tenu de l'importance des populations desservies.

3.1.3 Description et interprétation des résultats analytiques (volet microbiologique)

D'après le tableau 3.4, quatre des 94 sources d'approvisionnement en eau souterraine ont montré une présence de bactéries *E. coli* (abondance : 1 à 14 ufc/100 ml), six ont présenté des bactéries entérocoques (abondance : 7 à >100 ufc/100 ml) et 18 de coliphages F-spécifiques (abondance : 1 à 63 ufp/100 ml). Parmi l'ensemble des captages ayant montré une contamination microbiologique, un seul a présenté une contamination à plus d'un paramètre à la fois; 27 des 94 captages ont présenté un résultat positif à l'un ou l'autre des trois indicateurs microbiologiques. Donc, 28 % des captages se sont révélés positifs à au moins un des trois indicateurs, ce qui représente un pourcentage de contamination relativement important. Par ailleurs, de façon générale, les concentrations observées sont plutôt faibles.

Le tableau 3.4 présente la répartition relative des résultats positifs à l'intérieur des trois groupes de captages mentionnés précédemment.

Tableau 3.4 Résultats d'analyse microbiologique en relation avec les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Paramètres | Eau souterraine | | | |
|--|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| <i>E. coli</i> ⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs | 3 | 0 | 1 | 1 |
| % de résultats positifs | 6% | 0% | 6% | 2% |
| Concentration maximale (ufc/100 ml) | 1 | 0 | 14 | 14 |
| Médiane (ufc/100 ml) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moyenne (ufc/100 ml) | 0,06 | 0 | 0,82 | 0,31 |
| Médiane des positifs (ufc/100ml) | 1 | 0 | 14 | 14 |
| Moyenne des positifs (ufc/100ml) | 1 | 0 | 14 | 14 |
| Entérocoques ⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs | 5 | 0 | 1 | 1 |
| % de résultats positifs | 10% | 0% | 6% | 2% |
| Concentration maximale (ufc/100 ml) | >100 | 0 | >100 | >100 |
| Médiane (ufc/100 mL) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moyenne (ufc/100 mL) | >2,5 | 0 | >5,8 | >2,2 |
| Médiane des positifs (ufc/100ml) | 6 | 0 | >100 | >100 |
| Moyenne des positifs (ufc/100ml) | >24 | 0 | >100 | >100 |
| Coliphages F-spécifiques ⁽²⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs | 8 | 5 | 5 | 10 |
| % de résultats positifs | 16% | 18% | 29% | 22% |
| Concentration maximale (ufp/100 ml) | 63 | 4 | 5 | 5 |
| Médiane (ufp/100 ml) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moyenne (ufp/100 ml) | 1,6 | 0,36 | 0,88 | 0,56 |
| Médiane des positifs (ufp/100 ml) | 2 | 1 | 3 | 2,5 |
| Moyenne des positifs (ufp/100ml) | 9,5 | 2 | 3 | 2,5 |

⁽¹⁾ ufc : Unités formatrices de colonies (unité utilisée en microbiologie pour exprimer le nombre de bactéries cultivables)

⁽²⁾ ufp : Unités formatrices de plages de lyse (unité utilisée en microbiologie pour exprimer le nombre de virus coliphages viables)

Le tableau 3.5 présente l'évaluation statistique des résultats d'analyse obtenus pour les approvisionnements en eau souterraine.

Tableau 3.5 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux

| Eau souterraine | Valeur de <i>p</i> | |
|--------------------------|---|--|
| | Témoins éloignés versus Témoins adjacents | Témoins regroupés versus Réseaux exposés |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,2159 | 0,3067 |
| Bactéries entérocoques | 0,2159 | 0,2165 |
| Coliphages F-spécifiques | 0,3030 | 0,4634 |

Ce tableau nous démontre que, pour l'interprétation, il est justifié statistiquement de considérer, pour chaque paramètre, les témoins regroupés plutôt que les deux types de témoins adjacents et éloignés séparément. En outre, on remarque que, pour chaque paramètre, il n'y a pas de différence significative ($p > 0,05$) entre les approvisionnements en zones exposées et ceux en zones de témoins regroupés.

Les bactéries *E. coli* - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des dénombrements positifs en bactéries *E. coli*, il est possible de consulter la carte n° 3 : Approvisionnements en eau souterraine : Bactéries *E. coli*, à l'annexe I.

Six pour cent des captages situés dans des zones en surplus de fumier se sont révélés positifs pour *E. coli* comparativement à 0 % pour les captages identifiés comme témoins adjacents et à 6 % pour ceux identifiés comme témoins éloignés (soit 2 % pour les témoins regroupés). Au total, trois des quatre captages ayant des résultats positifs se trouvent dans les zones en surplus de fumier.

La contamination de l'eau souterraine par *E. coli* touche 4,2 % de tous les captages. De plus, d'après les résultats détaillés, on remarque que, dans un seul cas, des bactéries *E. coli* et entérocoques ont été retrouvées dans le même captage. Il s'agit d'un puits peu profond, dans une zone témoins éloignés. Ce témoin présentait d'ailleurs la plus forte contamination avec 14 ufc/100ml pour les bactéries *E. coli* et >100 ufc/100ml pour les bactéries entérocoques. Par ailleurs, la cause exacte de cette contamination n'est pas connue.

Le faible nombre de sources contaminées par *E. coli* ne nous permet pas de faire ressortir des différences statistiquement significatives entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins. Cependant, à la lumière des résultats, on remarque que le nombre et le pourcentage de résultats positifs sont plus élevés pour *E. coli* dans les zones en surplus de fumier par rapport aux zones témoins (un rapport de 3 pour 1). Cependant, le seul résultat positif dans le cas d'un témoin éloigné s'élève à 14 ufc/100ml de sorte que la moyenne des résultats positifs est plus élevée dans les zones témoins.

Dans la majorité des cas, soit 75 % (3 captages sur 4), cette contamination touche des puits peu profonds même si la majorité des captages sont des puits tubulaires; ceci correspond en général, sans considérer le type de sol, à une plus grande vulnérabilité de l'eau souterraine lorsque cette dernière est plus près de la surface. On peut ainsi constater que 1,3 % des puits tubulaires et 17,6 % des autres captages échantillonnés ont été trouvés positifs pour *E. coli*.

Les bactéries entérocoques - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des dénombrements positifs en bactéries entérocoques, il est possible de consulter la carte n° 4 : Approvisionnements en eau souterraine : Bactéries entérocoques, à l'annexe I.

Dix pour cent des captages situés dans des zones en surplus de fumier se sont révélés positifs pour les entérocoques comparativement à 0 % pour les captages identifiés comme témoins adjacents et à 6 % pour ceux identifiés comme témoins éloignés (soit 2 % des témoins regroupés). Au total, cinq des six captages ayant des résultats positifs sont localisés dans des zones en surplus de fumier.

La contamination de l'eau souterraine par les entérocoques montre que 6,4 % des captages sont contaminés, ce qui est légèrement plus élevé que pour *E. coli*. De plus, d'après les résultats détaillés, on se rend compte que cette contamination ne touche qu'un seul paramètre sauf une exception où des bactéries entérocoques et *E. coli* ont été retrouvées dans le même captage, soit un témoin éloigné comme il a été mentionné précédemment.

Comme pour les bactéries *E. coli*, le faible nombre de sources contaminées ne nous permet pas de faire ressortir de différences statistiquement significatives entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins. Cependant, à la lumière des résultats, on remarque que le nombre et le pourcentage de résultats positifs sont plus élevés pour les entérocoques dans les zones en surplus de fumier par rapport aux zones

témoins (un rapport de 5 pour 1). Par contre, le seul résultat positif dans les zones témoins a une valeur élevée, de sorte que la moyenne des résultats est sensiblement la même entre les deux zones.

Dans la majorité des cas, soit 67 % (4 captages sur 6), cette contamination touche des puits peu profonds même si la majorité des captages sont des puits tubulaires. On peut ainsi constater que 3 % des puits tubulaires et 24 % des autres captages échantillonnés ont été trouvés positifs pour les entérocoques.

La contamination bactérienne - Si l'on compare la contamination bactérienne entre les zones témoins et les zones exposées en combinant les bactéries *E. coli* et entérocoques, on retrouve huit captages contaminés (16 %) dans les zones exposées par rapport à un seul (2 %) dans les zones témoins regroupés. Il est important de rappeler que le seul échantillon avec un résultat positif dans la zone témoin présente les concentrations en bactéries *E. coli* et entérocoques les plus importantes. Ainsi, lorsque les concentrations sont aussi considérées, la différence observée n'est pas statistiquement significative ($p = 0,1289$).

La seule présence de bactéries *E. coli* ou entérocoques dans une eau souterraine est inacceptable et indique une forte probabilité d'une contamination fécale et d'un risque sanitaire associé. Cette situation entraîne, selon le *Règlement sur la qualité de l'eau potable*, la mise en place obligatoire d'un traitement de désinfection en continu (pour enlever 99,99 % des virus) quelque soit le niveau de contamination. En comparant uniquement le nombre de sources contaminées entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins, une différence statistiquement significative est observée ($p = 0,0318$) à l'aide du test exact de Fisher.

Les coliphages F-spécifiques - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des dénombrements positifs en coliphages F-spécifiques, il est possible de consulter la carte n° 5 : Approvisionnements en eau souterraine : Virus coliphages F-spécifiques, à l'annexe I.

Dix-neuf pour cent des 94 captages municipaux échantillonnés présentent une contamination par les coliphages F-spécifiques, ce qui est relativement important. En outre, le nombre (8 par rapport à 10) et le pourcentage (16 % par rapport à 22 %) de résultats positifs sont légèrement moins élevés dans les zones exposées par rapport aux zones témoins. Par contre, la moyenne des résultats positifs est plus élevée dans les zones exposées (9,5 ufp/100ml par rapport à 2,5 ufp/100ml) alors que c'est l'inverse pour la médiane des résultats positifs qui est plus élevée dans les zones témoins (2,5 ufp/100ml par rapport à 2 ufp/100ml). Cette situation s'explique par le fait que la moyenne plus forte dans les zones exposées est attribuable à un seul résultat élevé (63 ufp/100ml) comme le montre une analyse détaillée des résultats.

Par ailleurs, 100 % des résultats positifs en coliphages F-spécifiques ont été constatés dans des échantillons provenant de puits tubulaires touchant 23,4 % de l'ensemble des puits tubulaires échantillonnés, ce qui est inattendu.

La répartition de la contamination par les coliphages F-spécifiques ne nous permet pas de faire ressortir des différences entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins. On note, par contre, que cet indicateur viral a un comportement différent des indicateurs bactériens. Même si on tient compte de plus en plus de cet indicateur pour évaluer la présence d'une contamination fécale et éventuellement de virus entériques, des études supplémentaires sont nécessaires pour connaître sa signification réelle comme indicateur sanitaire.

Le fait que cette contamination ne touche que les puits tubulaires est surprenant et soulève certains questionnements. On peut en effet avoir des doutes sur la protection des puits tubulaires en regard de la contamination virale et porter une attention particulière à leur vulnérabilité, à leur étanchéité et à toute source de contamination fécale dans les aires de protection microbiologiques, même dans les zones témoins. Des études subséquentes permettront d'améliorer nos connaissances sur la distribution et la signification de cet indicateur dans les eaux souterraines.

3.1.4 Description et interprétation des résultats analytiques (volet chimique)

Le tableau 3.6 présente les résultats obtenus pour les paramètres chimiques qui ont été retenus pour évaluer la qualité des sources d'approvisionnement, soit les nitrates-nitrites (NO₃-NO₂), l'azote ammoniacal (NH₃), le phosphore total (P total) et le carbone organique total (COT). Ces résultats sont présentés selon les trois groupes d'approvisionnements définis dans le cadre de l'étude. Un quatrième combine les approvisionnements situés dans les deux zones témoins (témoins regroupés). En outre, les concentrations maximales, mesurées dans chacun des groupes, ainsi que les médianes, les moyennes, les centiles 90 y sont indiqués de même que les moyennes, les médianes et la distribution des résultats positifs.

Tableau 3.6 Résultats d'analyse chimique en relation avec les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Paramètres | Eau souterraine | | | |
|--|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| Nitrites-nitrates (NO₃-NO₂)⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,02mg/L) | 46 | 26 | 16 | 42 |
| Moyenne (mg/L) | 1,2 | 0,72 | 0,86 | 0,77 |
| Centile 90 (mg/L) | 3,8 | 1,9 | 1,85 | 1,93 |
| Concentration maximale (mg/L) | 9,8 | 6 | 4,3 | 6 |
| Médiane (mg/L) | 0,11 | 0,16 | 0,17 | 0,18 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 1,31 | 0,78 | 0,91 | 0,83 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,11 | 0,24 | 0,34 | 0,25 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 1 et 3 mg/L | 7% (3) | 12% (3) | 31% (5) | 19% (8) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 3 et 5 mg/L | 2% (1) | 4% (1) | 6% (1) | 5% (2) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 5 et 10 mg/L | 11% (5) | 4% (1) | 0% | 2% (1) |
| Pourcentage de résultats >10 (mg/L) | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >=1 mg/L | 20% (9) | 19% (5) | 38% (6) | 26% (11) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >=3 mg/L | 13 % (6) | 8% (2) | 6% (1) | 7% (3) |
| Phosphore (P) | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,01mg/L) | 20 | 13 | 4 | 17 |
| Moyenne (mg/L) | 0,1 | 0,08 | 0,04 | 0,07 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,34 | 0,13 | 0,11 | 0,14 |
| Concentration maximale (mg/L) | 1,68 | 1,08 | 0,32 | 1,08 |
| Médiane (mg/L) | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 0,24 | 0,18 | 0,16 | 0,17 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,06 | 0,06 | 0,12 | 0,07 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,01 et < 0,1 mg/L | 55% (11) | 69% (9) | 50% (2) | 65% (11) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >=0,1 et < 0,4 mg/L | 25% (5) | 15% (2) | 50% (2) | 24% (4) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,4 et < 1,0 mg/L | 15% (3) | 8% (1) | 0% | 6% (1) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 1,0 mg/L | 5% (1) | 8% (1) | 0% | 6% (1) |

Tableau 3.6 Résultats d’analyse chimique en relation avec les groupes de réseaux approvisionnés en eau souterraine (suite)

| Paramètres | Eau souterraine | | | |
|--|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| Azote ammoniacal (NH₃)⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 49 | 28 | 17 | 45 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,02 mg/L) | 33 | 12 | 7 | 19 |
| Moyenne (mg/L) | 0,18 | 0,07 | 0,13 | 0,09 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,61 | 0,15 | 0,10 | 0,14 |
| Concentration maximale (mg/L) | 1,04 | 0,65 | 1,83 | 1,83 |
| Médiane (mg/L) | 0,08 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 0,26 | 0,15 | 0,31 | 0,21 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,12 | 0,1 | 0,03 | 0,08 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,02 et < 0,1 mg/L | 33% (11) | 42% (5) | 71% (5) | 53% (10) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >=0,1 et < 0,3 mg/L | 36% (12) | 50% (6) | 14% (1) | 37% (7) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,3 et < 0,5 mg/L | 6% (2) | 0% | 0% | 0% |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,5 mg/L | 24% (8) | 8% (1) | 14% (1) | 11% (2) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,1 mg/L | 67% (22) | 58% (7) | 29% (2) | 47 % (9) |
| Carbone organique total (COT) | | | | |
| Nombre total de résultats | 46 | 27 | 17 | 44 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,1mg/L) | 44 | 27 | 17 | 44 |
| Moyenne (mg/L) | 1,9 | 1,4 | 0,79 | 1,2 |
| Centile 90 (mg/L) | 3,6 | 2,7 | 1,4 | 2,3 |
| Concentration maximale (mg/L) | 16 | 6,2 | 1,6 | 6,2 |
| Médiane (mg/L) | 0,95 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 1,9 | 1,4 | 0,7 | 1,1 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,8 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 0,1 et < 1,0 mg/L | 48% (21) | 59% (16) | 65% (11) | 61% (27) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >=1,0 et < 3,0 mg/L | 39% (17) | 33% (9) | 35% (6) | 34% (15) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 3,0 et < 5,0 mg/L | 7 % (3) | 0 % | 0% | 0% |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs >= 5,0 mg/L | 7% (3) | 7% (2) | 0% | 5% (2) |

⁽¹⁾ NO₃-NO₂ et NH₃: concentration exprimée en N
LDM: limite de détection de la méthode

Les pourcentages de résultats positifs obtenus pour les NO₃-NO₂, le NH₃, le P et le COT pour l’ensemble des réseaux sont respectivement de 94 %, 55 %, 45 % et 97 %. La concentration maximale de NO₃-NO₂ mesurée dans le cadre de cette étude dans ces approvisionnements atteint 9,8 mg/L. Les niveaux de P se sont maintenus à des concentrations ≤ 2 mg/L. Les concentrations de NH₃ ont atteint 1,83 mg/L et des concentrations atteignant 16 mg/L de COT ont été mesurées.

Le tableau 3.7 présente une évaluation statistique des résultats d’analyse obtenus en regard des paramètres chimiques. Cette évaluation statistique a permis d’établir une différence significative entre les résultats provenant des réseaux situés dans les zones en surplus de fumier par rapport à ceux obtenus des réseaux témoins pour l’azote ammoniacal ($p < 0,05$).

Tableau 3.7 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux

| Eau souterraine | Valeur de <i>p</i> | |
|-------------------------|---|--|
| | Témoins éloignés versus Témoins adjacents | Témoins regroupés versus Réseaux exposés |
| Nitrates-nitrites | 0,5895 | 0,2756 |
| Azote ammoniacal | 0,6269 | 0,0050 |
| Phosphore | 0,2318 | 0,6865 |
| Carbone organique total | 0,2223 | 0,1930 |

Ce tableau nous indique notamment que, pour l'interprétation des résultats, il est justifié statistiquement de considérer pour chaque paramètre physicochimique, les témoins regroupés plutôt que les deux types de témoins (adjacents et éloignés) séparément. Aucune différence statistiquement significative ($p < 0,05$) n'a été mise en évidence entre le groupe témoins adjacents et le groupe témoins éloignés et ce, pour tous les paramètres chimiques analysés.

Par ailleurs, à la lumière des résultats obtenus, il est possible de dégager des tendances relativement au niveau de contamination observé dans les différents groupes de réseaux pour ce qui est des autres composés analysés.

L'azote ammoniacal (NH₃) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de NH₃, il est possible de consulter la carte n° 6 : Approvisionnements en eau souterraine : Azote ammoniacal (NH₃), à l'annexe I.

L'azote ammoniacal n'est pas détecté dans tous les captages. On en a retrouvé dans 55 % des échantillons analysés. Par ailleurs, c'est le seul paramètre pour lequel les tests statistiques ont démontré une différence significative entre les concentrations obtenues dans les réseaux exposés et dans les réseaux témoins regroupés.

Dans le même ordre d'idée, la présence de l'azote ammoniacal est plus fréquemment détectée dans les réseaux exposés. Plus précisément, le pourcentage d'échantillons positifs est de l'ordre de 67 % dans ces captages comparativement à 42 % dans les témoins regroupés. En outre, la médiane de l'ensemble des résultats obtenus pour les réseaux exposés et les témoins adjacents et éloignés est respectivement de 0,08, $\leq 0,02$ et $\leq 0,02$ mg/L-N.

Il est à noter que l'on a mesuré la concentration la plus élevée de NH₃ dans un captage situé en zones éloignées (1,8 mg/L-N). Les informations obtenues en regard de l'aménagement de ce captage semblent indiquer que cette contamination est d'origine naturelle. Toutefois, la concentration correspondant au centile 90 est plus élevée dans les réseaux exposés (0,61 par rapport à 0,15 et 0,10 mg/L-N pour les réseaux témoins adjacents et éloignés). Dans le même ordre d'idées, le pourcentage de concentrations de NH₃ $\geq 0,3$ mg/L-N par rapport à toutes les valeurs positives est plus important dans les captages se trouvant dans les zones exposées (30 %) par rapport aux deux autres groupes (8 % pour les témoins adjacents et 14 % pour les témoins éloignés, soit 11 % pour les témoins regroupés). Cette tendance est également observée pour les concentrations de NH₃ $\geq 0,1$ mg/L-N; 67 % des réseaux situés dans les zones exposées présentent une concentration supérieure à 0,1 mg/L-N par rapport à 47 % pour les réseaux témoins regroupés. Par ailleurs, la teneur de fond pour l'azote ammoniacal dans les aquifères n'est pas connue.

Huit (8) des dix (10) captages qui présentent une concentration $\geq 0,5$ mg/L-N de NH₃ se trouvent dans les zones en surplus de fumier. Cette valeur représente la concentration limite pour éviter les difficultés

associées au traitement à l'étape de la chloration de l'eau. C'est également dans le groupe exposé que l'on retrouve tous les captages montrant une concentration entre 0,3 mg/L-N et 0,5 mg/L-N. La figure (1a) montre cette tendance qu'ont les réseaux exposés de présenter des concentrations plus élevées (voir annexe VII).

Quarante et un pour cent des puits peu profonds et 56 % des puits tubulaires ont indiqué la présence de NH_3 . En outre, tous les résultats (au nombre de 12) indiquant des concentrations $\geq 0,3$ mg/L-N se trouvent dans des puits tubulaires. Les puits profonds ont généralement une eau pauvre en oxygène, ce qui favorise le maintien des formes réduites de l'azote, comme l'azote ammoniacal, dans ces milieux. Il est plus étonnant de retrouver cette forme d'azote dans des puits de surface. Sa présence peut indiquer une source rapprochée de contamination, dans ces conditions.

L'ensemble de ces résultats indique donc une présence plus fréquente et plus importante d'azote ammoniacal dans les réseaux exposés comparativement aux réseaux témoins. La présence de l'azote ammoniacal dans l'eau souterraine soulève certains questionnements. D'une manière générale, l'azote ammoniacal est rapidement transformé en nitrates dans les sols à moins qu'une source de contamination soit située à proximité et que des circonstances autres (absence d'oxygène, migration rapide, diminution de l'activité bactérienne nitrifiante, etc.) favorisent le passage de cette forme instable d'azote directement dans l'eau souterraine. Il faut ajouter toutefois que des conditions naturelles peuvent favoriser la présence d'azote ammoniacal dans l'eau souterraine en l'absence d'une contamination exogène : il s'agit de nappes fossiles. Enfin, certains aquifères (nappes captives) sont protégés par des argiles et par conséquent, sont peu vulnérables à la contamination provenant de la surface. Dans certaines conditions, ils peuvent cependant être influencés par l'aire de recharge. Ces eaux souterraines constituent des milieux réducteurs (sans oxygène) et dans ces conditions, les formes réduites de l'azote sont favorisées. Il faut rappeler que les conditions qui influencent les aquifères existant sur le territoire québécois sont encore mal connues.

Les nitrates-nitrites ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$, il est possible de consulter la carte n° 7 : Approvisionnements en eau souterraine : Nitrates-nitrites ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$), à l'annexe I.

La présence des $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ a été détectée uniformément dans la quasi-totalité des échantillons, dans les trois groupes. On a retrouvé la présence des $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ dans approximativement 94 % des échantillons des trois groupes, soit les réseaux exposés, les réseaux témoins adjacents et les réseaux témoins éloignés. Les tests statistiques n'ont pas fait ressortir de différences significatives entre les concentrations de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ mesurées dans les réseaux exposés et les réseaux témoins. Cependant, les médianes sont légèrement plus élevées dans les zones témoins (exposés, 0,11 mg/L-N; témoins adjacents: 0,16 mg/L-N; témoins éloignés: 0,18 mg/L-N). Il en va de même des médianes des valeurs positives (0,11; 0,24 et 0,34 mg/L-N).

Par ailleurs, la concentration maximale et la concentration correspondant au centile 90 sont plus élevées dans les réseaux exposés, de l'ordre de 9,8 et 3,8 mg/L-N par rapport à 6 et 1,9 mg/L-N pour les témoins adjacents et 4,3, et 1,8 mg/L-N pour les témoins éloignés. En outre, le pourcentage des échantillons qui présentent des concentrations de $\text{NO}_3\text{-NO}_2 \geq 3$ mg/L-N par rapport à toutes les valeurs positives est plus important dans les réseaux exposés (13 %) par rapport aux deux autres groupes : 8 % pour les témoins adjacents et 6 % pour les témoins éloignés (soit 7 % pour les témoins regroupés). La figure (1b) présente le portrait de la présence des $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ dans les différents groupes de captages étudiés (voir l'annexe VII).

Six des neuf captages qui présentent une concentration ≥ 3 mg/L-N en $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ sont situés dans des zones en surplus de fumier. La contamination par les $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ ne dépasse pas la norme fixée pour l'eau potable de 10 mg/L-N de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ mais s'en rapproche dans plusieurs cas. Cinq captages localisés dans les zones en surplus de fumier et un autre localisé dans les zones témoins adjacents présentent des concentrations ≥ 5 mg/L-N de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$.

Quatre-vingt-quatorze pour cent des puits peu profonds et la même proportion de puits tubulaires (PTU) ont montré la présence de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$. Cinq (5) des neuf (9) résultats indiquant des concentrations de

3 mg/L-N de NO₃-NO₂ et plus se retrouvent dans des captages peu profonds. Quatre puits tubulaires localisés dans des zones en surplus de fumier et les zones témoins adjacents ont donc présenté une contamination du même ordre.

Le phosphore total (P total) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de P total, il est possible de consulter la carte n° 8 : Approvisionnements en eau souterraine : Phosphore total (P total), à l'annexe I.

La présence du phosphore a été détectée à la même fréquence dans les réseaux exposés et les réseaux témoins adjacents. Le pourcentage d'échantillons positifs est de l'ordre de 41 % et 46 % dans ces groupes respectifs de réseaux. Il ne dépasse toutefois pas 24 % dans les réseaux témoins éloignés. Par ailleurs, il est de l'ordre de 38 % pour les témoins regroupés. En outre, aucune différence statistiquement significative entre les concentrations mesurées dans les réseaux exposés par rapport aux réseaux témoins n'a pu être mise en évidence. La médiane des concentrations mesurées est la même pour tous les groupes de réseaux étudiés ($\leq 0,01$ mg/L).

La concentration de phosphore correspondant au centile 90 et la concentration maximale sont plus élevées dans les réseaux exposés, soit de 0,34 et 1,7 mg/L respectivement par rapport à celles mesurées dans les réseaux témoins adjacents (0,13 et 1,1 mg/L) et éloignés (0,11 et 0,32 mg/L) et les témoins regroupés (0,14 et 1,1 mg/L). En outre, des concentrations $\geq 0,4$ mg/L de P ont été mesurées dans des réseaux exposés et des témoins adjacents, mais elles sont absentes dans les réseaux témoins éloignés. Pour ces mêmes groupes de réseaux, les pourcentages des concentrations $\geq 0,4$ mg/L par rapport à toutes les valeurs positives sont respectivement de 20 %, 16 % et 0 % dans les témoins éloignés (12 % pour les témoins regroupés). Cette situation est clairement indiquée à la figure (1c) (voir l'annexe VII).

On possède très peu d'information sur la présence du phosphore dans les eaux souterraines au Québec. Tel que rapporté par Simard (1980), la moyenne des concentrations de P total mesurées dans les aquifères québécois est de l'ordre de 0,02 mg/L. Dans le cadre de notre étude, la moyenne des concentrations de P mesurées pour les réseaux éloignés, les réseaux adjacents et les réseaux exposés varie entre 0,04 et 0,1 mg/L. Trente-trois pour cent (33 %) des réseaux exposés et 29 % des réseaux témoins ont montré des concentrations supérieures à 0,02 mg/L. Le centile 90 des concentrations mesurées dans les zones témoins atteint 0,14 mg/L. On peut donc présumer que des concentrations de $P \geq 0,1$ mg/L sont assez exceptionnelles dans les eaux souterraines étudiées. En utilisant le scénario de 0,1 mg/L comme valeur de référence pour ce paramètre, afin d'établir notre comparaison, la proportion des réseaux qui présentent des concentrations supérieures à cette valeur par rapport à toutes les valeurs positives pour les différents groupes de réseaux s'établit ainsi : 45 % pour les réseaux exposés, 31 % pour les réseaux témoins adjacents et 50 % pour les réseaux témoins éloignés (36 % des témoins regroupés).

Neuf (9) des quinze (15) captages, qui présentent des concentrations égales ou supérieures à 0,1 mg/L, se trouvent dans des zones en surplus de fumier; quatre (4) se trouvent dans le groupe des témoins adjacents alors que deux (2) seulement se retrouvent dans celui des témoins éloignés.

Dix-huit pour cent (18 %) des puits peu profonds et 44 % des puits tubulaires ont montré une présence de phosphore. En outre, seulement un des 15 puits, qui présente une concentration de plus de 0,1 mg/L, est considéré comme un puits peu profond. La protection plus grande des puits tubulaires contre la pollution chimique ainsi que la teneur de fond du P dans ces aquifères peut encore une fois être questionnée.

Le carbone organique total (COT) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de COT, on peut consulter la carte n° 9 : Approvisionnements en eau souterraine : Carbone organique total (COT), à l'annexe I.

La présence du COT a été mesurée de manière uniforme dans les trois groupes de réseaux. On a retrouvé la présence de COT dans 96 % des réseaux exposés comparativement à 100 % pour les réseaux témoins. Aucune différence statistiquement significative des concentrations de COT parmi les différents groupes de réseaux étudiés n'a été mise en évidence. La médiane des concentrations de COT pour les trois

groupes est similaire (soit 0,95 pour le groupe exposé; 0,9 et 0,8 mg/L pour les groupes témoins adjacents et éloignés respectivement). Les médianes des résultats positifs calculées dans les trois groupes sont également sensiblement les mêmes (1,0; 0,9 et 0,8 mg/L).

Toutefois, la concentration maximale et le centile 90 sont plus élevés dans les réseaux exposés. Ces valeurs sont respectivement de 16 et 3,6 mg/L par rapport à celles retrouvées dans les réseaux témoins adjacents (6,2 et 2,7 mg/L) et éloignés (1,6 et 1,4 mg/L). En recourant à 2,5 mg/L comme valeur de référence pour ce paramètre (cette valeur correspond approximativement au centile 90 des concentrations mesurées dans le groupe des témoins adjacents) afin d'établir notre comparaison, la proportion des concentrations de COT \geq 2,5 mg/L se distribue de la façon suivante pour les trois groupes de captages : 18 % pour le groupe des réseaux exposés, 15 % pour le groupe des témoins adjacents et 0 % pour le groupe des témoins éloignés (soit 9 % pour les témoins regroupés). La présence de concentrations \geq 3 mg/L est encore plus exceptionnelle. On constate toutefois l'existence de telles concentrations dans 14 % des captages en zones exposées, dans seulement 7 % des captages en zones témoins adjacents et leur absence pour les captages en zones témoins éloignés. C'est dans une proportion de 5 % que l'on retrouve de telles concentrations dans le groupe des témoins regroupés. La figure (1d) présente le profil de concentrations plus élevées dans le groupe de captages exposés (voir l'annexe VII).

Tous les puits peu profonds ont présenté une concentration de COT au-dessus de la limite de détection comparativement à 79 % pour les puits tubulaires. Toutefois, seulement trois des 12 puits, qui présentent une concentration de plus de 2,5 mg/L, sont considérés comme des puits peu profonds. Ces résultats indiquent encore une fois que les puits tubulaires n'apportent pas toujours une bonne protection contre la pollution chimique. Il est à noter que des valeurs élevées de COT peuvent aussi être parfois d'origine naturelle.

À l'instar de l'azote ammoniacal, il serait intéressant de vérifier l'origine de la présence de la matière organique retrouvée dans ces captages.

Le portrait de la présence du COT dans les groupes de captage étudiés ressemble à celui obtenu pour le P et les NO₃-NO₂. On observe un profil de concentrations où les médianes sont comparables alors que les valeurs élevées sont plus souvent retrouvées dans les réseaux exposés. Par ailleurs, la présence de concentrations de plus de 3 mg/L de COT dans les eaux souterraines est relativement surprenante. On doit remarquer que de telles concentrations n'ont pas été mesurées dans le groupe des témoins éloignés.

Présence des THM dans l'eau distribuée - La chloration de l'eau peut entraîner la formation des sous-produits de la chloration dont un groupe très représentatif de ces composés est connu sous le nom de trihalométhanes (THM). Ces derniers comptent 4 représentants dont le chloroforme qui est généralement présent en concentrations plus élevées. Ces composés sont formés par l'action du chlore sur la matière organique qui est présente dans l'eau à l'étape de la chloration. Les THM font partie de la liste des composés pour lesquels une norme québécoise est prévue au RQEP. En outre, les exploitants qui procèdent à la chloration de l'eau doivent réaliser un suivi de ces composés quatre fois par année, puis transmettre les résultats au MENV. La norme de THM est basée sur une moyenne annuelle de quatre échantillons prélevés à chaque saison. Cette valeur est fixée à 80 µg/L.

Les THM ont été analysés dans l'eau distribuée des réseaux d'eau potable chlorée. Cette analyse permet de vérifier, de manière plus précise, l'impact de la chloration selon la qualité de l'eau brute des réseaux. Les échantillons d'eau devaient être prélevés à l'extrémité du réseau de distribution. L'analyse du chlore résiduel libre devait être effectuée à cet endroit lors du prélèvement de l'échantillon afin d'évaluer le maintien du chlore libre dans le réseau de distribution.

Quatre-vingt-quatre pour cent (49/58) des exploitants ont fourni des résultats de chlore résiduel libre provenant d'échantillons prélevés en bout de réseau. Tous ces échantillons ont révélé la présence d'un résiduel de chlore en bout de réseau. Cette information permet de vérifier dans quelle mesure les concentrations de THM mesurées correspondent à des conditions optimales de désinfection du réseau.

Le tableau 3.8 présente les résultats de THM obtenus selon les trois groupes de réseaux définis. La médiane et le centile 90 des concentrations mesurées sont de loin inférieurs à 80 µg/L. Le centile 90 varie de 23 à 44 µg/L, alors que la médiane fluctue entre 4 et 16 µg/L. Les concentrations de THM les plus faibles sont observées dans les réseaux identifiés comme témoins et alimentés par des puits tubulaires.

Tableau 3.8 Résultats de THM dans l'eau des réseaux approvisionnés en eau souterraine

| Paramètres | Eau souterraine | | | |
|---|-----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| Nombre total de résultats | 37 | 13 | 8 | 21 |
| Concentration maximale (µg/L) | 163 | 47 | 30 | 47 |
| Moyenne (µg/L) | 22 | 15 | 8,3 | 13 |
| Médiane (µg/L) | 16 | 11 | 4,3 | 8,7 |
| Centile 90 (µg/L) | 44 | 25 | 23 | 24 |
| Nombre résultats > 80 µg/L | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Nombre de résultats PTU | 23 | 8 | 3 | 11 |
| Concentration maximale THM (µ/L) | 57 | 47 | 5,7 | 47 |
| Pourcentage de résultats >80µg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Nombre de résultats autres puits | 14 | 5 | 5 | 10 |
| Concentration maximale THM (µg/L) | 163 | 23 | 30 | 30 |
| Pourcentage de résultats >80 µg/L | 7,1% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

La présence des THM dans ces différents groupes de réseaux suit la tendance observée des concentrations de COT mesurées dans ces réseaux; les moyennes de COT sont plus élevées dans les réseaux exposés par rapport aux réseaux témoins (voir tableau 3.6).

Un seul réseau montre une concentration ponctuelle de THM supérieure à la norme. Il s'agit d'un puits de surface exposé dont la concentration dépasse 150 µg/L. Cette concentration de THM est deux fois supérieure à la norme fixée. Ce captage présentait une concentration de 4 mg/L de COT.

Les concentrations les plus élevées de THM se retrouvent dans les réseaux exposés autant dans les réseaux approvisionnés par des puits tubulaires que ceux approvisionnés par des puits de surface. L'origine de la matière organique dans ces différents types d'approvisionnement en eau potable mérite d'être étudiée.

3.2 EAU DE SURFACE

3.2.1 Description des sources d'approvisionnement en eau de surface étudiées

Pour visualiser la localisation des approvisionnements, il est possible de consulter la carte n° 10 : Approvisionnements en eau de surface : Exposés, Témoins adjacents (1) et Témoins éloignés (2), à l'annexe I.

Au total, 50 approvisionnements en eau de surface ont fait partie de l'étude. Ces sources d'approvisionnement sont de deux types : eau de rivière (27) et eau de lac (23). Tout comme les sources d'eau souterraine, ces approvisionnements sont classés en trois groupes : zones en surplus de fumier (20 sites), témoins adjacents (16 sites) et témoins éloignés (14 sites).

On constate, d'après le tableau 3.9, que 80 % des approvisionnements en eau de surface dans les zones en surplus de fumier se trouvent en rivières, alors que 63 % des approvisionnements en eau surface pour les témoins regroupés sont situés dans un lac. Le taux de renouvellement de l'eau dans une rivière est plus élevé que celui dans un lac. Par conséquent, la qualité de l'eau dans un lac est, en général, plus stable qu'en rivière.

Compte tenu de cette proportion différente de lacs et de rivières entre les groupes exposés et témoins regroupés, les approvisionnements en lacs et en rivières seront aussi traités séparément à l'intérieur des volets microbiologique et chimique. En effet, un niveau de contamination qui serait différent entre les approvisionnements en lacs et en rivières pourrait amener un biais dans l'interprétation statistique lorsque les approvisionnements sont traités de façon regroupée.

Tableau 3.9 Nature de l'approvisionnement de surface selon le groupe de réseaux

| Groupes de réseaux | Eau de surface | |
|--------------------|----------------|-----------|
| | Lac | Rivière |
| Exposés | 4 | 16 |
| Témoins regroupés | 19 | 11 |
| Témoins adjacents | 9 | 7 |
| Témoins éloignés | 10 | 4 |
| Grand total | 23 | 27 |

3.2.2 Description des types de traitement et la population desservie

Pour visualiser la localisation des différents traitements appliqués, il est possible de consulter la carte n° 11 : Approvisionnements en eau de surface : Types de traitement (complet ou simple chloration), à l'annexe I.

Les deux principaux types de traitement appliqué aux eaux de surface sélectionnées sont le traitement de chloration ou le traitement complet (filtration et désinfection). Le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP) exige que toutes les eaux de surface soient traitées pour enlever les parasites (au minimum : 99,9 % des kystes de *Giardia* et 99 % des oocystes de *Cryptosporidium*). À moins que ces eaux de surface ne respectent des critères bien précis, elles doivent être filtrées et désinfectées. Le RQEP a fixé le délai du respect de cette exigence à juin 2005, pour les réseaux distribuant une eau de surface non filtrée à moins de 50 000 personnes et à juin 2007, pour les réseaux alimentant 50 000 personnes et plus.

Tableau 3.10 Nombre d'approvisionnements selon leur nature, le type de traitement, la population desservie et les groupes de réseaux alimentés en eau de surface

| Groupes de réseaux (eau de surface) | Chloration | | | | Traitement complet | | | |
|--|--------------|-----------|----------|------------------------------|--------------------|----------|-----------|------------------------------|
| | Nombre total | Lacs | Rivières | Population moyenne desservie | Nombre total | Lacs | Rivières | Population moyenne desservie |
| Exposés | 3 | 3 | 0 | 4394 | 17 | 1 | 16 | 16342 |
| Témoins regroupés | 21 | 17 | 4 | 2581 | 9 | 2 | 7 | 29898 |
| Témoins adjacents | 9 | 7 | 2 | 3383 | 7 | 2 | 5 | 5083 |
| Témoins éloignés | 12 | 10 | 2 | 1979 | 2 | 0 | 2 | 116751 |
| Total | 24 | 20 | 4 | | 26 | 3 | 23 | |

Le tableau 3.10 présente les types de traitement appliqués en eau de surface, en relation avec les sites échantillonnés. On remarque que 24 sources d'approvisionnement en eau de surface n'ont qu'une chloration comme traitement, la presque totalité étant située dans les zones témoins. Par ailleurs, 26 sources d'approvisionnement en eau de surface ont un traitement complet, la grande majorité étant située dans des zones en surplus de fumier.

En fait, 15 % seulement des 20 sources d'approvisionnement de surface dans les zones en surplus de fumier reçoivent uniquement un traitement de chloration alors que ce pourcentage atteint 70 % pour les 30 sources d'approvisionnement de surface, dans les zones témoins.

Par conséquent, un système de traitement complet (filtration et désinfection) des sources d'approvisionnement en eau de surface est beaucoup plus souvent appliqué dans les zones en surplus de fumier (84 %) que dans les zones témoins (29 %). En outre, en considérant uniquement l'approvisionnement en rivières, 100 % (16/16) des réseaux ont un traitement complet en zones exposées comparativement à 63 % (7/11) en zones témoins.

3.2.3 Description et interprétation des résultats analytiques (volet microbiologique)

La répartition relative des résultats positifs à l'intérieur des trois groupes de sources d'approvisionnement se fait de la façon suivante (voir tableau 3.11).

Tableau 3.11 Résultats d'analyse microbiologique selon le groupe de réseaux approvisionnés en eau de surface

| Paramètres | Eau de surface | | | |
|--|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| <i>E. coli</i> ⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs | 15 | 8 | 6 | 14 |
| % de résultats positifs | 75% | 50% | 43% | 47% |
| Concentration maximale (ufc/100 ml) | 500 | 58 | 121 | 121 |
| Médiane (ufc/100 ml) | 11,5 | 1 | 0 | 0 |
| Moyenne (ufc/100 ml) | 59 | 7,2 | 18 | 12 |
| Centile 90 (ufc/100ml) | 169 | 18 | 70 | 28 |
| Médiane des positifs (ufc/100ml) | 36 | 7,5 | 15 | 9 |
| Moyenne des positifs (ufc/100ml) | 78 | 14 | 41 | 26 |
| Entérocoques (1) | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs | 15 | 8 | 7 | 15 |
| % de résultats positifs | 75% | 50% | 50% | 50% |
| Concentration maximale (ufc/100 ml) | 720 | 240 | 98 | 240 |
| Médiane (ufc/100 ml) | 63 | 1 | 1 | 1 |
| Moyenne (ufc/100 ml) | 118 | 41 | 23 | 33 |
| Centile 90 (ufc/100ml) | 285 | 142 | 86 | 100 |
| Médiane des positifs (ufc/100ml) | 88 | 60 | 52 | 52 |
| Moyenne des positifs (ufc/100ml) | 157 | 82 | 46 | 66 |
| Coliphages F-spécifiques ⁽²⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 19 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs | 7 | 7 | 4 | 11 |
| % de résultats positifs | 37% | 44% | 29% | 37% |
| Concentration maximale (ufp/100 ml) | 3 | 4 | 4 | 4 |
| Médiane (ufp/100 ml) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Moyenne (ufp/100 ml) | 0,74 | 0,88 | 0,79 | 0,83 |
| Centile 90 (ufp/100ml) | 3,0 | 2,0 | 2,7 | 2,1 |
| Médiane des positifs (ufp/100 ml) | 2 | 2 | 2,5 | 2 |
| Moyenne des positifs (ufp/100ml) | 2,0 | 2,0 | 2,8 | 2,3 |

⁽¹⁾ ufc : unités formatrices de colonies (en microbiologie, unité utilisée pour exprimer le nombre de bactéries cultivables)

⁽²⁾ ufp : unités formatrices de plages de lyse (en microbiologie, unité utilisée pour exprimer le nombre de virus coliphages viables)

Le tableau 3.12 présente une évaluation statistique des résultats d'analyse obtenus pour les approvisionnements en eau de surface.

Tableau 3.12 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux

| Eau de surface | Valeur de <i>p</i> | |
|--------------------------|---|--|
| | Témoins éloignés versus Témoins adjacents | Témoins regroupés versus Réseaux exposés |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,9408 | 0,0254 |
| Bactéries entérocoques | 0,7362 | 0,0149 |
| Coliphages F-spécifiques | 0,6285 | 0,9241 |

Ce tableau montre que, pour l'interprétation des résultats, il est justifié statistiquement de considérer, pour chaque paramètre, les témoins de façon regroupée plutôt que les deux types de témoins (adjacents et éloignés) séparément. En outre, on remarque que, pour les bactéries *E. coli* et entérocoques, il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les approvisionnements en zones exposées et ceux en zones témoins regroupés.

Parmi les 50 sources d'approvisionnement en eau de surface étudiées dans le cadre de l'étude, 29 sources ont montré un dénombrement de bactéries *E. coli* (concentrations variant de 2 à 720 ufc/100 ml), 30 ont présenté des entérocoques (concentrations variant de 2 à 500 ufc/100 ml) et 18, des coliphages F-spécifiques (concentrations variant de 1 à 4 ufp/100 ml). De plus, 27 approvisionnements ont montré une présence conjointe de bactéries *E. coli* et entérocoques et, parmi ceux-ci, neuf ont présenté des résultats positifs pour les trois indicateurs. Par ailleurs, de façon générale, le niveau des concentrations observées est plutôt faible.

Les bactéries *E. coli* - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution de niveaux de contamination par les bactéries *E. coli*, il est possible de consulter la carte n° 12 : Approvisionnements en eau de surface : Bactéries *E. coli*, à l'annexe I. Cette carte est en lien avec le tableau 3.16 qui classe les résultats de *E. coli* en utilisant le seuil de 20 ufc/100 ml.

Il est intéressant de noter que la moyenne de contamination par *E. coli*, dans les zones témoins regroupés, se situe à un niveau inférieur à 20 ufc/100 ml (soit 12 ufc/100 ml) comparativement à plus de 20 ufc/100 ml dans les zones exposées (soit 59 ufc/100 ml). Cette information est importante. En effet, lorsque la contamination de la source d'approvisionnement en eau de surface est supérieure à 20 ufc/100 ml en coliformes fécaux (et inférieure à 200 ufc/100 ml), le niveau d'efficacité du traitement doit être rehaussé d'un facteur 10 par rapport au minimum requis dans le RQEP, compte tenu de la mauvaise qualité de l'eau brute. Il est à noter que la plupart de ces informations sont contenues dans le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* disponible sur le site Internet du ministère de l'Environnement.

La bactérie *E. coli* est considérée comme le meilleur indicateur de contamination fécale et aussi de risque sanitaire (la majorité des coliformes fécaux sont en fait des bactéries *E. coli*). De plus, tel qu'énoncé précédemment, parmi les 29 sources d'approvisionnement contaminées par *E. coli*, un total de 27 sources sont aussi contaminées par les entérocoques, soit 93 %. Ceci confirme la contamination fécale de ces sources d'approvisionnement.

Les bactéries entérocoques - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution de niveaux de contamination par les bactéries entérocoques, il est possible de consulter la carte n° 13 :

Approvisionnements en eau de surface : Bactéries entérocoques, à l'annexe I. Cette carte est en lien avec le tableau 3.16 qui classe les résultats des bactéries entérocoques en utilisant le seuil de 35 ufc/100 ml.

Comme on l'a mentionné précédemment, sur les 30 sources d'approvisionnement contaminées par les entérocoques, 27 sources sont aussi contaminées par *E. coli*, soit 90 %. Ceci renforce davantage la valeur des bactéries entérocoques comme indicateur fécal et éventuellement de risque sanitaire.

Le tableau 3.13 fait d'ailleurs ressortir une forte corrélation entre les bactéries *E. coli* et entérocoques pour les divers groupes de réseaux, soit ceux dont les approvisionnements sont en zones exposées, ceux en zones témoins regroupés et la somme de ces deux zones.

Tableau 3.13 Résultats du test de corrélation de Spearman entre les bactéries *E. coli* et entérocoques par groupes de réseaux

| Groupe de réseaux (eau de surface) | Coefficient de corrélation <i>r</i> | Valeur de <i>p</i> |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Exposés + témoins regroupés | 0,76741 | <0,0001 |
| Exposés | 0,78803 | <0,0001 |
| Témoins regroupés | 0,66833 | <0,0001 |

Il importe de noter que la moyenne de contamination par les entérocoques dans les zones témoins regroupés se situe à un niveau inférieur à 35 ufc/100 ml (soit 33 ufc/100 ml) comparativement à plus de 35 ufc/100 ml dans les zones exposées (soit 118 ufc/100 ml). Cette information est intéressante car ce niveau correspond au Québec (programme Environnement-Plage) à un constat de pollution qui a pour conséquence la fermeture de plages pour la baignade en milieu marin. Aux États-Unis, l'EPA a fixé pour la baignade en eau douce, une norme à 33 ufc/100 ml pour les entérocoques.

Coliphages F-spécifiques - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution de niveaux de contamination par les coliphages F-spécifiques, il est possible de consulter la carte n° 14 : Approvisionnements en eau de surface : Virus coliphages F-spécifiques, en annexe I.

Cinquante pour cent des résultats positifs en coliphages F-spécifiques (soit 9 sur 18) sont associés aussi à une contamination à la fois par les bactéries *E. coli* et entérocoques, alors que deux résultats positifs seulement (11 %) sont associés à une contamination par *E. coli* ou par les entérocoques. En outre, sept échantillons (39 %) étaient contaminés uniquement par les coliphages F-spécifiques.

Il est intéressant de constater aussi que parmi les 18 échantillons contaminés par les coliphages F-spécifiques, la moitié se retrouve dans les rivières et l'autre moitié dans les lacs. Par contre, les lacs présentent une contamination plus faible que les rivières en ce qui concerne le nombre d'échantillons positifs pour les bactéries *E. coli* et entérocoques.

On remarque donc que cet indicateur viral de contamination fécale utilisé depuis peu de temps, surtout pour évaluer la contamination des eaux souterraines, ne se comporte pas comme les indicateurs bactériens usuels. On peut supposer que ceci traduit un comportement différent de cet indicateur viral par rapport aux indicateurs bactériens en terme d'occurrence, de migration et de persistance dans l'environnement aussi bien en eau de surface qu'en eau souterraine. Un tel constat incite à utiliser un indicateur viral conjointement avec les indicateurs bactériens pour évaluer plus précisément le risque potentiel de la présence de virus entériques humains. Des études ultérieures permettront d'en connaître davantage sur la distribution et la signification sanitaire de cet indicateur, en particulier pour l'eau de surface.

Approvisionnements en rivières et en lacs

Il y a plus de lacs que de rivières qui servent d'approvisionnement aux réseaux témoins (19 par rapport à 11) et, dans l'ensemble, ils sont moins contaminés que les rivières (voir tableau 3.16). En contrepartie, très peu de lacs sont utilisés comme sources d'approvisionnement pour les réseaux exposés, soit uniquement quatre par rapport à 16 rivières. Il est donc plus justifié statistiquement de faire une comparaison entre les réseaux exposés et témoins regroupés en considérant uniquement l'approvisionnement en rivières dont le nombre, quoique relativement faible pour faire une évaluation statistique (16 par rapport à 11), est davantage comparable entre les deux réseaux.

Le tableau 3.14 présente donc les différences de contamination entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins regroupés en considérant seulement les approvisionnements en rivières.

Tableau 3.14 Résultats d'analyse microbiologique en relation avec le groupe de réseaux approvisionnés en rivières

| Groupes de réseaux et paramètres | Approvisionnement en rivières | | |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|
| | <i>E. coli</i> (ufc/100 ml) | Entérocoques (ufc/100 ml) | Coliphages F-spécifiques (ufp/100 ml) |
| Exposés | | | |
| Nombre total de résultats | 16 | 16 | 16 |
| Nombre de résultats positifs | 14 | 14 | 6 |
| % de résultats positifs | 87,5% | 87,5% | 40,0% |
| Concentration maximale | 500 | 720 | 3 |
| Médiane | 28 | 78 | 0 |
| Moyenne | 73 | 147 | 0,8 |
| Centile 90 | 190 | 239 | 3,0 |
| Médiane des résultats positifs | 36 | 92 | 2 |
| Moyenne des résultats positifs | 84 | 168 | 2,0 |
| Témoins regroupés | | | |
| Nombre total de résultats | 11 | 11 | 11 |
| Nombre de résultats positifs | 8 | 9 | 3 |
| % de résultats positifs | 72,7% | 81,8% | 27,3% |
| Concentration maximale | 121 | 240 | 2 |
| Médiane | 8 | 78 | 0 |
| Moyenne | 22 | 77 | 0,5 |
| Centile 90 | 58 | 162 | 2,0 |
| Médiane des résultats positifs | 14 | 90 | 2 |
| Moyenne des résultats positifs | 31 | 94 | 1,7 |

Tableau 3.15 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre entre divers groupes de réseaux concernant les rivières seulement

| Eau de rivières | Valeur de <i>p</i> |
|--------------------------------|--|
| Paramètres | Témoins regroupés versus Réseaux exposés |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,1591 |
| Bactéries entérocoques | 0,4289 |
| Virus coliphages F-spécifiques | 0,4806 |

Les bactéries *E. coli* - En tenant compte uniquement de l'approvisionnement en rivières, on remarque d'après le tableau 3.14, que les résultats de tous les paramètres sont plus élevés pour les réseaux exposés que pour les témoins regroupés notamment le pourcentage de résultats positifs (87,7 par rapport à 72,7), la médiane (28 par rapport à 8 ufc/100 ml), le centile 90 (190 par rapport à 58 ufc/100 ml), de même que la concentration maximale (500 par rapport à 121 ufc/100 ml) et la moyenne (73 par rapport à 22 ufc/100 ml).

Malgré le nombre peu élevé de résultats, on observe donc une différence témoignant d'une contamination par *E. coli* plus grande dans les zones en surplus de fumier. Cette différence n'est pas significative ($p = 0,1591$ soit $> 0,05$) mais la valeur de *p* est relativement faible.

Les bactéries entérocoques et les virus coliphages F-spécifiques - Toujours en considérant uniquement l'approvisionnement en rivières et le tableau 3.14 pour les entérocoques et les coliphages F-spécifiques, on remarque que le pourcentage de résultats positifs, la concentration maximale et le centile 90 sont plus élevés pour les réseaux exposés comparativement aux témoins regroupés. Par contre, la médiane et la médiane des résultats positifs sont similaires entre les deux groupes de réseaux.

Le tableau 3.15 nous montre qu'il n'y a pas de différences significatives pour ces paramètres entre les deux zones. Les valeurs de *p* de 0,4289 et 0,4806 pour les entérocoques et les coliphages F-spécifiques respectivement, sont particulièrement élevées.

Donc, en comparant les résultats obtenus uniquement en rivières entre les zones exposées et les zones témoins regroupés, on remarque, malgré le nombre peu élevé de résultats, des différences pour les bactéries *E. coli* seulement, soit une plus grande contamination des sources d'approvisionnement dans les zones en surplus de fumier.

Le tableau 3.16 a été inclus pour faire ressortir la contamination plus grande des rivières par rapport aux lacs aussi bien dans les zones exposées que dans les zones témoins. Cette interprétation concerne les bactéries *E. coli* et entérocoques. On remarque aussi que la distribution de la contamination bactérienne des lacs, entre réseaux exposés et témoins regroupés, est relativement similaire. Ici encore, on voit que les coliphages F-spécifiques présentent une distribution différente des bactéries. En effet, pour les coliphages F-spécifiques, les rivières sont plus contaminées dans les zones exposées seulement.

On remarque aussi, en lien avec le tableau 3.16, que pour les bactéries *E. coli* en rivières, le nombre d'échantillons en concentrations élevées (> 20 ufc/100 ml) est plus important dans les zones exposées (9/16 soit 56 %) par rapport aux zones témoins regroupés (3/11 soit 27 %). En outre, le pourcentage d'échantillons positifs est aussi plus élevé en zones exposées. Ceci confirme les différences observées au tableau 3.14.

Tableau 3.16 Distribution des résultats selon différents paramètres en relation avec le groupe de réseaux et la nature de l'approvisionnement de surface (lacs et rivières)

| Paramètres (eau de surface) | Exposés | | Témoins regroupés | |
|---------------------------------|---------|----------|-------------------|----------|
| | Lacs | Rivières | Lacs | Rivières |
| <i>E. coli</i> | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Absence (ufc/100ml) | 3 | 2 | 13 | 3 |
| 1 à 20 (ufc/100ml) | 1 | 5 | 5 | 5 |
| >20 ufc/100ml | 0 | 9 | 1 | 3 |
| % de résultats positifs | 25% | 88% | 32% | 73% |
| Entérocoques | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Absence (ufc/100ml) | 3 | 2 | 13 | 2 |
| 1 à 35 (ufc/100ml) | 1 | 2 | 5 | 2 |
| >35 ufc/100ml | 0 | 12 | 1 | 7 |
| % de résultats positifs | 25% | 88% | 32% | 82% |
| Coliphages F-spécifiques | | | | |
| Nombre total | 4 | 15 | 19 | 11 |
| Absence (ufp/100ml) | 3 | 9 | 11 | 8 |
| Présence (<5 ufp/100ml) | 1 | 6 | 8 | 3 |
| % de résultats positifs | 25% | 40% | 42% | 27% |

Rappelons que, pour les bactéries *E. coli*, un niveau de contamination de la source d'approvisionnement supérieur à 20 ufc/100 ml nécessite une étape de filtration et un traitement plus efficace que le minimum exigé dans le RQEP, par un facteur d'au moins dix. Pour les bactéries entérocoques, une concentration supérieure à 35 ufc/100 ml correspond, dans le programme Environnement-Plage du Québec (MENV, 2004), à un niveau d'interdiction de baignade en milieu marin. En eau douce, l'US-EPA utilise, pour les entérocoques, un seuil de 33 ufc/100 ml comme norme d'eau de baignade.

3.2.4 Description et interprétation des résultats analytiques (volet chimique)

Le tableau 3.17 présente les résultats obtenus en regard des paramètres chimiques qui ont été retenus pour évaluer la qualité des sources d'approvisionnement, soit les nitrates-nitrites (NO₃-NO₂), l'azote ammoniacal (NH₃), le phosphore (P) et le carbone organique total (COT). Ces résultats sont présentés selon les trois groupes de sources d'approvisionnement en eau de surface qui sont définis dans le cadre de l'étude et un autre groupe rassemblant les sources d'approvisionnement situées dans les deux zones témoins (témoins regroupés). On retrouve notamment, dans le tableau, les concentrations maximales mesurées, les médianes, les moyennes et les médianes des résultats positifs ainsi que la distribution des valeurs positives dans chacun des groupes étudiés.

Tableau 3.17 Résultats d'analyse chimique selon les groupes de réseaux approvisionnés en eau de surface

| Paramètres | Eau de surface | | | |
|--|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Surplus | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| Nitrites-nitrates (NO₃-NO₂)⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,02 mg/L) | 20 | 15 | 12 | 27 |
| Moyenne (mg/L) | 0,22 | 0,12 | 0,08 | 0,10 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,47 | 0,21 | 0,16 | 0,20 |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,54 | 0,48 | 0,24 | 0,48 |
| Médiane (mg/L) | 0,2 | 0,08 | 0,07 | 0,075 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 0,22 | 0,13 | 0,09 | 0,11 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,20 | 0,10 | 0,09 | 0,09 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 35% (7) | 47% (7) | 58% (7) | 52% (14) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,1 et 0,5 mg/L | 55% (11) | 53% (8) | 42% (5) | 48% (13) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,5 et 1,0 mg/L | 10% (2) | 0% | 0% | 0% |
| % des résultats positifs >=1 mg/L | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Phosphore total (P) | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats en lacs | 4 | 9 | 10 | 19 |
| Nombre de résultats en rivières | 16 | 7 | 4 | 11 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,01 mg/L) | 13 | 1 | 3 | 4 |
| Moyenne (mg/L) | 0,05 | 0,006 | 0,007 | 0,006 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,11 | 0,005 | 0,01 | 0,01 |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,20 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Médiane (mg/L) | 0,02 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 0,07 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,06 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,01 et 0,02 mg/L | 15% (2) | 0% | 67% (2) | 50% (2) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,02 et 0,03 mg/L | 23% (3) | 100% (1) | 33% (1) | 50% (2) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs supérieurs à 0,03 mg/L | 62% (8) | 0% | 0% | 0% |
| Pourcentage de résultats LACS >0,02 (mg/L) | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Pourcentage (nombre) de résultats RIVIÈRES >0,03 (mg/L) | 50% (8) | 0% | 0% | 0% |
| Azote ammoniacal (NH₃)⁽¹⁾ | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,02 mg/L) | 12 | 7 | 4 | 11 |
| Moyenne (mg/L) | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,11 | 0,05 | 0,03 | 0,04 |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,16 | 0,05 | 0,04 | 0,05 |
| Médiane (mg/L) | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,04 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 83% (10) | 100% (7) | 100% (4) | 100% (11) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs entre 0,1 et 0,3 mg/L | 17% (2) | 0% | 0% | 0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,3 et 0,5 mg/L | 0% | 0% | 0% | 0% |
| % des résultats positifs >0,5 mg/L | 0% | 0% | 0% | 0% |

Tableau 3.17 Résultats d'analyse chimique selon les groupes de réseaux approvisionnés en eau de surface (suite)

| Paramètres | Eau de surface | | | |
|---|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Surplus | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
| Carbone organique total (COT) | | | | |
| Nombre total de résultats | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Nombre de résultats positifs (LDM=0,1 mg/L) | 20 | 16 | 14 | 30 |
| Moyenne (mg/L) | 4,8 | 4,6 | 4,3 | 4,4 |
| Centile 90 (mg/L) | 6,2 | 7,3 | 7,5 | 8,0 |
| Concentration maximale (mg/L) | 8,5 | 8,5 | 11,0 | 11,0 |
| Médiane (mg/L) | 5,1 | 4,8 | 3,2 | 3,5 |
| Moyenne des résultats positifs (mg/L) | 4,8 | 4,6 | 4,3 | 4,4 |
| Médiane des résultats positifs (mg/L) | 5,2 | 4,8 | 3,2 | 3,5 |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs $\geq 0,1$ et $< 1,0$ mg/L | 0% | 6% (1) | 0% | 3% (1) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs $\geq 1,0$ et $< 3,0$ mg/L | 10% (2) | 19% (3) | 36% (5) | 27% (8) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs $\geq 3,0$ et $< 5,0$ mg/L | 35% (7) | 31% (5) | 36% (5) | 33% (10) |
| Pourcentage (nombre) de résultats positifs $\geq 5,0$ mg/L | 55% (11) | 44% (7) | 29% (4) | 37% (11) |

⁽¹⁾ NO₃-NO₂ et NH₃ : concentration exprimée en N
LDM : limite de détection de la méthode

Le tableau 3.18 présente les résultats des tests statistiques pour les quatre paramètres chimiques analysés.

Tableau 3.18 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre chimique entre divers groupes de réseaux

| Eau de surface Paramètres | Valeur de <i>p</i> | |
|----------------------------------|---|--|
| | Témoins éloignés versus Témoins adjacents | Témoins regroupés versus Exposés |
| Nitrates-nitrites | 0,2433 | 0,0099 |
| Azote ammoniacal | 0,2373 | 0,0980 |
| Phosphore | 0,2753 | ≤ 0,0001 |
| Carbone organique total | 0,3939 | 0,2588 |

Ce tableau indique également que pour l'interprétation des résultats, il est justifié statistiquement de considérer, pour chaque paramètre, les témoins regroupés plutôt que les deux types de témoins (adjacents et éloignés) séparément. En outre, on remarque que, pour les NO₃-NO₂ et le P, il y a une différence significative ($p < 0,05$) entre les approvisionnements en zones exposées et en zones témoins regroupés.

D'une manière générale, les résultats positifs obtenus pour les NO₃-NO₂, le NH₃, le P et le COT, pour l'ensemble des sources d'approvisionnement en eau de surface étudiées, sont respectivement de 96 %, 46 %, 34 % et 100 %. Les concentrations de NO₃-NO₂, mesurées dans le cadre de cette étude, dans ces approvisionnements, ne dépassent pas 0,55 mg/L-N. Les concentrations de P se sont maintenues à ≤ 2 mg/L. Les concentrations de NH₃ peuvent atteindre 0,16 mg/L-N et des concentrations atteignant 11 mg/L de COT ont été mesurées.

Les nitrates-nitrites (NO₃-NO₂) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de NO₃-NO₂, il est possible de consulter la carte n° 15 : Approvisionnements en eau de surface : Nitrates-nitrites (NO₃-NO₂), à l'annexe I.

La présence des NO₃-NO₂ au-dessus de la limite de détection est moins uniforme pour les trois groupes d'approvisionnement en eau de surface que pour les approvisionnements en eau souterraine. La fréquence de détection des NO₃-NO₂ varie de 84 % à 100 % pour les groupes de réseaux témoins et exposés.

La médiane des concentrations de NO₃-NO₂ est plus élevée dans le groupe des exposés (soit 0,2 et 0,075 mg/L-N respectivement pour les groupes exposés et témoins regroupés). Une différence statistiquement significative a été mise en évidence entre les captages en zones exposées par rapport aux zones témoins.

Le tableau 3.17 indique également que la médiane des valeurs positives mesurées pour les approvisionnements en zones exposées (0,2 mg/L-N) est plus élevée que celle pour les approvisionnements des zones témoins regroupés (0,09 mg/L-N).

La concentration maximale, la moyenne des valeurs positives de NO₃-NO₂ ainsi que la concentration correspondant au centile 90 sont plus élevées dans les sources d'approvisionnement de surface situées dans des zones en surplus de fumier. On remarque notamment que le pourcentage des concentrations plus élevées est plus important dans ces zones. La proportion des concentrations $\geq 0,1$ mg/L-N est de 65 % pour le groupe exposé par rapport à 53 % et 42 % pour les deux groupes témoins (soit 48% pour les témoins regroupés).

Treize des 26 approvisionnements, qui présentent une concentration de NO₃-NO₂ $\geq 0,1$ mg/L-N, se trouvent dans le groupe exposé. Par ailleurs, c'est dans ce dernier groupe que l'on retrouve les concentrations les plus élevées de NO₃-NO₂ ($\geq 0,5$ mg/L-N). La concentration maximale de NO₃-NO₂ mesurée dans les approvisionnements en eau de surface étudiés ne dépasse pas 0,54 mg/L-N. En eau de surface, une concentration de NO₃-NO₂ ≥ 1 mg/L-N est utilisée pour indiquer l'impact des activités anthropiques.

Les approvisionnements en eau de surface des zones en surplus de fumier indiquent la présence de concentrations plus importantes de NO₃-NO₂ de manière statistiquement significative. Ces concentrations mesurées ponctuellement ne permettent pas d'associer l'impact des activités anthropiques aux sites étudiés. Par ailleurs, les concentrations de NO₃-NO₂ peuvent être sous-estimées en raison de la période d'échantillonnage qui, réalisée en août, correspond à une période d'assimilation de l'azote par les végétaux. De plus, les niveaux de précipitations ont été relativement faibles durant le mois d'août 2002.

Le phosphore total (P total) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de P, il est possible de consulter la carte n° 16 : Approvisionnements en eau de surface : Phosphore total (P total), à l'annexe I.

Le phosphore compte parmi les composés que l'on ne retrouve pas systématiquement dans les échantillons des approvisionnements en eau de surface étudiés. En outre, sa présence n'est pas uniforme dans les échantillons provenant des différents groupes d'approvisionnement. On en détecte dans 65 % des échantillons provenant du groupe de réseaux exposés, dans 6 % du groupe de réseaux témoins adjacents et dans 29 % de témoins éloignés (soit 13 % des témoins regroupés). La médiane est plus élevée dans le groupe des réseaux exposés. Une différence statistiquement significative a d'ailleurs été mise en évidence pour ce composé entre les groupes étudiés en faveur du groupe des réseaux exposés.

La médiane des valeurs positives est également plus élevée dans le groupe exposé (0,06 par rapport à 0,02 mg/L pour les témoins regroupés). La concentration maximale, le centile 90 et la concentration moyenne des résultats positifs expriment la même différence. C'est ainsi que tous les résultats de plus de 0,03 mg/L de P se retrouvent dans le groupe des exposés et représentent 62 % des valeurs positives de ce groupe. Des concentrations supérieures à ce seuil indiquent l'impact des activités anthropiques sur le milieu.

L'ensemble de ces résultats indique que le P présente un profil de contamination similaire aux $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ dans les groupes étudiés. Les concentrations de phosphore dans les sources d'approvisionnement en eau de surface du groupe des réseaux exposés sont importantes et une différence significative a été mise en évidence malgré le nombre restreint d'approvisionnements. Ces observations vont dans le même sens que les résultats de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ obtenus.

L'azote ammoniacal (NH_3) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de NH_3 , il est possible de consulter la carte n° 17 : Approvisionnements en eau de surface : Azote ammoniacal (NH_3), à l'annexe I.

Le NH_3 a été mesuré au-dessus de la limite de détection dans le groupe des réseaux exposés, des témoins adjacents et des témoins éloignés dans des proportions correspondant respectivement à 60 %, 44 % et 29 % (37 % pour les témoins regroupés).

La médiane pour les différents groupes varie entre 0,01 et 0,02 mg/L-N. Pour ce composé, la médiane des résultats positifs pour les différents groupes est comparable (environ 0,03 mg/L-N).

La concentration maximale et le centile 90 sont plus élevés dans le groupe des réseaux exposés alors que les concentrations $\geq 0,1$ mg/L-N ne sont observées que dans ce groupe.

L'azote ammoniacal est donc détecté plus souvent et en concentrations plus élevées dans les eaux de surface situées dans les zones en surplus de fumier. Les concentrations mesurées dans le cadre de l'étude ne dépassaient pas 0,16 mg/L-N.

Les analyses statistiques réalisées avec les concentrations de NH_3 n'ont pas permis de mettre en évidence une différence significative entre les groupes de réseaux étudiés. Par contre, on peut confirmer les différences observées avec une valeur de p faible ($p = 0,098$) entre le groupe des réseaux exposés et les témoins regroupés. En l'absence d'une source de contamination à proximité, l'azote se retrouve sous forme de nitrates dans les eaux de surface.

Le carbone organique total (COT) - Pour visualiser la localisation des approvisionnements et la distribution des concentrations de COT, il est possible de consulter la carte n° 18 : Approvisionnements en eau de surface: Carbone organique total (COT), à l'annexe I.

Le COT est retrouvé au-dessus de la limite de détection, dans tous les échantillons d'eau provenant des approvisionnements de surface. En outre, on retrouve très peu d'échantillons dont la concentration est inférieure à 1 mg/L.

La médiane est plus élevée pour les approvisionnements situés dans des zones en surplus de fumier (5,2 mg/L) comparativement aux témoins regroupés (3,5 mg/L). Par ailleurs, la concentration maximale et le centile 90 pour les témoins regroupés (11 et 7,9 mg/L) sont plus élevés que pour le groupe des réseaux exposés (8,5 et 6,2 mg/L). Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les groupes de réseaux étudiés en regard de ce composé.

Par ailleurs, plus de 70 % des échantillons pour les témoins regroupés et 90 % pour le groupe des réseaux exposés contiennent des concentrations de plus de 3 mg/L. Les trois groupes de réseaux présentent la même proportion de concentrations variant entre 3 et 5 mg/L. Toutefois, une plus forte proportion de concentrations ≥ 5 mg/L se retrouve dans le groupe de réseaux exposés, soit 55 % par rapport à 37 % pour les témoins regroupés.

En outre, le COT est un paramètre influencé par les conditions naturelles du milieu. Certaines rivières sont naturellement chargées en matière organique, une caractéristique qui rend difficile l'interprétation des résultats.

Présence des THM dans l'eau distribuée - La formation des THM est plus systématique dans l'eau potable produite à partir des sources d'approvisionnement en eau de surface puisque celles-ci contiennent toujours une concentration minimale de COT. En outre, plus de 70 % des concentrations de COT mesurées dans les échantillons des trois groupes de captages sont ≥ 3 mg/L. Il faut rappeler que même l'application d'un traitement conventionnel (filtration assistée chimiquement et désinfection) ne permet pas l'élimination complète de la matière organique. D'une manière générale, le traitement conventionnel permet de réduire les concentrations de COT de moitié.

Le tableau 3.19 présente les concentrations de THM mesurées dans les différents groupes d'approvisionnements en eau de surface étudiés. Il n'est pas surprenant de constater que les concentrations maximales, les centiles 90 et les médianes des trois groupes sont de loin supérieurs aux concentrations mesurées dans les captages d'eau souterraine.

Tableau 3.19 Résultats de THM dans l'eau des réseaux alimentés (en tout ou en partie) en eau de surface

| Paramètres | Eau de surface | | | |
|--|----------------|-------------------|------------------|------------------|
| | Surplus | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins combinés |
| Nombre total de résultats | 23 | 18 | 14 | 32 |
| Concentration maximale ($\mu\text{g/L}$) | 236 | 253 | 224 | 253 |
| Moyenne ($\mu\text{g/L}$) | 107 | 110 | 71 | 93 |
| Médiane ($\mu\text{g/L}$) | 104 | 95 | 81 | 91 |
| Centile 90 ($\mu\text{g/L}$) | 197 | 207 | 107 | 196 |
| Nombre résultats > 80 $\mu\text{g/L}$ | 14 | 13 | 8 | 21 |
| Nombre de résultats pour simple chloration | 6 | 11 | 12 | 23 |
| Maximum THM ($\mu\text{g/L}$) | 231 | 253 | 224 | 253 |
| Pourcentage de résultats >80 $\mu\text{g/L}$ | 50% | 100% | 100% | 100% |
| Nombre de résultats pour traitement complet | 17 | 7 | 2 | 9 |
| Maximum THM ($\mu\text{g/L}$) | 236 | 123 | 78 | 123 |
| Pourcentage de résultats >80 $\mu\text{g/L}$ | 64,7% | 57,1% | 0,0% | 44,4% |

On remarque que, cette fois, plus de 50 % des approvisionnements, tant en zones en surplus de fumier qu'en zones témoins, présentent une concentration de THM supérieure à 80 $\mu\text{g/L}$. Les concentrations maximales, les médianes et le centile 90 sont comparables dans les différents groupes. Par ailleurs, un plus grand nombre d'approvisionnements situés dans les zones en surplus de fumier sont munis d'un traitement complet qui permet de réduire le COT avant la chloration. Selon les résultats de COT mesurés dans les sources d'approvisionnement en eau de surface, 90 % des réseaux exposés présentaient plus de 3 mg/L de COT par rapport à 70 % des réseaux témoins. Par ailleurs, le tableau montre que, malgré le traitement de filtration, environ 60 % des réseaux exposés et même des réseaux témoins adjacents ont de la difficulté à réduire leurs concentrations de THM en deçà de 80 $\mu\text{g/L}$. On voit bien là toute l'importance de diminuer si possible la présence du COT à l'eau brute.

Tous les réseaux municipaux alimentés en eau de surface doivent, en regard des exigences réglementaires du RQEP, mettre en place, d'ici juin 2005 ou 2007, selon la population desservie, une étape de filtration dans leur filière de traitement ou changer de source d'approvisionnement. Lors de la mise aux normes, ils devront veiller à respecter la norme fixée pour les THM. Toutefois, le traitement conventionnel ne peut réduire que de moitié les concentrations de COT présentes à l'eau brute. Des lacs aussi bien que des rivières servent de sources d'approvisionnement à ces différents groupes de réseaux.

Les résultats de THM ainsi mesurés dans les réseaux montrent de manière concrète les enjeux associés à l'approvisionnement en eau potable et à la qualité de la source d'approvisionnement.

Approvisionnements en rivières et en lacs

En considérant seulement les rivières dans l'analyse, les tests statistiques indiquent une contamination significative plus importante pour les concentrations de NO₃-NO₂ et de P mesurées dans les réseaux exposés par rapport aux réseaux témoins. Le tableau 3.20 présente notamment les valeurs de *p* obtenues pour ces paramètres.

Tableau 3.20 Résultats du test statistique de Wilcoxon Mann-Whitney réalisé par paramètre chimique entre divers groupes de réseaux concernant les rivières seulement

| Eau de rivières | Valeur de <i>p</i> |
|-------------------------|--|
| Paramètres | Témoins regroupés versus Exposés |
| Nitrates-nitrites | 0,0229 |
| Azote ammoniacal | 0,2472 |
| Phosphore | 0,0012 |
| Carbone organique total | 0,1907 |

Le tableau 3.21 présente les différences de contamination entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins regroupés en tenant compte seulement des approvisionnements en rivières. Le détail de ces résultats, qui inclut la distribution des concentrations mesurées dans les trois groupes de réseaux, est présenté à l'annexe VIII.

Tableau 3.21 Résultats d'analyse chimique en relation avec le groupe de réseaux approvisionnés en rivières

| Paramètres | Rivières | | | |
|------------------------------|-------------------|-----------|------------------|------|
| | Nitrites-nitrates | Phosphore | Azote ammoniacal | COT |
| Exposés | | | | |
| Nombre total de résultats | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Nombre de résultats positifs | 16 | 12 | 11 | 16 |
| Maximum (mg/L) | 0,54 | 0,20 | 0,16 | 8,5 |
| Moyenne (mg/L) | 0,25 | 0,06 | 0,04 | 5,1 |
| Médiane (mg/L) | 0,26 | 0,04 | 0,02 | 5,3 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,25 | 0,07 | 0,05 | 5,1 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,26 | 0,07 | 0,03 | 5,3 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,50 | 0,13 | 0,1 | 6,8 |
| Témoins regroupés | | | | |
| Nombre total de résultats | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Nombre de résultats positifs | 11 | 1 | 5 | 11 |
| Maximum (mg/L) | 0,20 | 0,02 | 0,05 | 8,5 |
| Moyenne (mg/L) | 0,11 | 0,006 | 0,02 | 4,15 |
| Médiane (mg/L) | 0,09 | 0,005 | 0,01 | 3,30 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,11 | 0,02 | 0,03 | 4,15 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,09 | 0,02 | 0,04 | 3,30 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,17 | 0,01 | 0,04 | 6,20 |

Les nitrates-nitrites (NO₃-NO₂)

Comme l'indique le tableau 3.20, une valeur de p inférieure à 0,05 ($p = 0,0229$) est obtenue entre les concentrations de NO₃-NO₂ des réseaux exposés et les témoins regroupés.

Le tableau 3.21 montre par ailleurs que la médiane de NO₃-NO₂ du groupe exposé est près de trois fois supérieure à celle des témoins regroupés. Il en va de même pour la comparaison de tous les paramètres (moyennes, centiles 90, etc) entre ces deux groupes. La distribution des valeurs plus élevées (>0,1 mg/L-N) de NO₃-NO₂ va également dans le même sens, avec 75 % de concentrations >0,1 mg/L-N dans les réseaux exposés par rapport à 45 % pour les témoins regroupés (voir annexe VIII). En outre, c'est dans le groupe exposé que l'on retrouve les concentrations les plus élevées de NO₃-NO₂ ($\geq 0,5$ mg/L-N). Deux rivières ont présenté de telles concentrations.

Le phosphore total (P total)

En outre, une différence statistiquement significative est observée entre les concentrations de P des groupes exposés et témoins regroupés lorsque seuls les approvisionnements en rivières sont considérés ($p=0,0012$).

La comparaison des paramètres statistiques pour le P entre les deux groupes de réseaux est assez éloquentes alors que les valeurs pour chacun d'entre eux (médianes, moyennes, centile 90, etc.) sont plus de six fois supérieures pour les réseaux exposés.

Treize (13) des 26 échantillons prélevés à partir des sources d'approvisionnement en rivières, indiquent des concentrations de phosphore au-dessus de la limite de détection. Douze (12) d'entre eux proviennent de réseaux exposés dont huit présentent des concentrations supérieures à 0,03 mg/L, seuil à partir duquel une rivière est jugée eutrophe. Près de 67 % des valeurs de plus de 0,03 mg/L parmi toutes les valeurs positives se trouvent dans les zones exposées. Les concentrations de P mesurées varient de 0,05 à 0,2 mg/L dans ces approvisionnements. Aucune concentration de plus de 0,02 mg/L n'a été mesurée dans les réseaux témoins.

À l'opposé, la majorité des concentrations de P mesurées dans les lacs étudiés étaient inférieures au seuil de détection, soit < 0,01 mg/L (voir annexe IX). Un seul lac, situé dans les zones témoins éloignées, a montré une concentration de 0,02 mg/L. Cette valeur correspond à un seuil à partir duquel un lac est considéré eutrophe.

L'azote ammoniacal (NH₃)

Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les teneurs de NH₃ du groupe exposé et des témoins regroupés lorsque seules les rivières étaient considérées. Par ailleurs, comme l'indique le tableau 3.21, la majorité des paramètres indiquent des valeurs plus élevées dans le groupe exposé. En outre, des concentrations de plus de 0,1 mg/L-N ont été mesurées uniquement dans le groupe exposé.

Le carbone organique total (COT)

La présence du COT n'a pas permis de brosser un portrait particulier pour l'approvisionnement en rivières. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre réseaux exposés et témoins pour ce paramètre. Par contre, la plupart des paramètres indiquent des teneurs plus élevées dans les réseaux exposés. Ainsi, des concentrations de COT de plus de 3 mg/L ont été plus fréquemment mesurées dans les rivières en zones exposées (94 % pour le groupe exposé comparativement à 73 %). Cette différence est soutenue par une valeur de p de 0,1907.

Le tableau 3.22 présente les résultats obtenus pour les approvisionnements en rivières et en lacs des zones exposées et témoins. Les résultats détaillés pour ces deux groupes d'approvisionnement sont présentés aux annexes VIII et IX. On remarque que la qualité de l'eau est comparable pour les réseaux alimentés par les lacs situés autant dans les zones exposées que dans les zones témoins et se compare également aux rivières dans les zones témoins. Les valeurs mesurées dans les rivières des zones exposées sont par ailleurs plus élevées et ce, pour l'ensemble des paramètres analysés.

Tableau 3.22 Distribution des résultats selon différents paramètres en relation avec le groupe de réseaux et la nature de l'approvisionnement de surface (lacs et rivières)

| Paramètres (eau de surface) | Exposés | | Témoins regroupés | |
|--|----------|-----------|-------------------|-----------|
| | Lacs | Rivières | Lacs | Rivières |
| Nitrates-nitrites | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (%) (LDM = 0,02 mg/L) | 4 (100%) | 16 (100%) | 16 (100%) | 11 (100%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,21 | 0,54 | 0,48 | 0,20 |
| Moyenne (mg/L) | 0,08 | 0,25 | 0,07 | 0,11 |
| Médiane (mg/L) | 0,04 | 0,26 | 0,04 | 0,09 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,08 | 0,25 | 0,11 | 0,11 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,04 | 0,26 | 0,07 | 0,09 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,16 | 0,50 | 0,22 | 0,17 |
| Phosphore | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (%) (LDM = 0,01 mg/L) | 1 (25%) | 12 (75%) | 3 (16%) | 1 (9%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,01 | 0,20 | 0,02 | 0,02 |
| Moyenne (mg/L) | 0,006 | 0,06 | 0,008 | 0,006 |
| Médiane (mg/L) | 0,005 | 0,04 | 0,005 | 0,005 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | - | 0,07 | 0,01 | 0,02 |
| Médiane des positifs (mg/L) | - | 0,07 | 0,01 | 0,02 |
| Centile 90 (mg/L) | - | 0,13 | 0,01 | 0,01 |
| Azote ammoniacal | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (%) (LDM = 0,02 mg/L) | 1 (25%) | 11 (69%) | 6 (32%) | 5 (45%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,09 | 0,16 | 0,05 | 0,05 |
| Moyenne (mg/L) | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| Médiane (mg/L) | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,09 | 0,05 | 0,03 | 0,03 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,09 | 0,03 | 0,03 | 0,04 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,07 | 0,1 | 0,04 | 0,04 |
| Carbone organique total | | | | |
| Nombre total | 4 | 16 | 19 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (%) (LDM = 0,02 mg/L) | 4 (100%) | 16 (100%) | 19 (100%) | 11 (100%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 5,4 | 8,5 | 11 | 8,5 |
| Moyenne (mg/L) | 3,6 | 5,1 | 4,7 | 4,1 |
| Médiane (mg/L) | 3,6 | 5,3 | 3,6 | 3,3 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 3,6 | 5,1 | 4,6 | 4,1 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 3,6 | 5,2 | 3,6 | 3,3 |
| Centile 90 (mg/L) | 5,0 | 6,8 | 8,0 | 6,2 |

3.2.5 Corrélation entre les résultats microbiologiques et chimiques

Les tableaux 3.23 et 3.24 présentent les tests de corrélation de Spearman entre les zones exposées et les zones témoins regroupés pour les paramètres chimiques et microbiologiques en eaux de surface et en rivières respectivement.

Tableau 3.23 Coefficients de corrélation r et (valeur de p) entre les paramètres chimiques et microbiologiques pour les approvisionnements en eau de surface

| Paramètres (eaux de surface) | COT | NH ₃ | NO ₃ -NO ₂ | P |
|---------------------------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| Réseaux exposés (20 réseaux) | | | | |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,142 (0,550) | 0,072 (0,764) | 0,629 (0,003) | 0,243 (0,302) |
| Bactéries entérocoques | 0,451 (0,046) | 0,065 (0,786) | 0,477 (0,034) | 0,317 (0,173) |
| Coliphages F-spécifiques | 0,284 (0,238) | 0,143 (0,559) | 0,301 (0,211) | 0,358 (0,132) |
| Témoins regroupés (30 réseaux) | | | | |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,476 (0,008) | 0,116 (0,541) | 0,026 (0,892) | 0,190 (0,314) |
| Bactéries entérocoques | 0,308 (0,098) | 0,150 (0,430) | 0,021 (0,912) | 0,103 (0,588) |
| Coliphages F-spécifiques | 0,257 (0,171) | 0,149 (0,431) | -0,032 (0,865) | 0,036 (0,850) |

On remarque à l'aide du tableau 3.23 qu'il y a corrélation positive ($p < 0,05$) entre les bactéries *E. coli* et entérocoques et les nitrates-nitrites dans les zones exposées mais non dans les zones témoins regroupés.

Une autre information mise en évidence concerne le carbone organique total qui est corrélé positivement avec les bactéries entérocoques en zones exposées et avec les bactéries *E. coli* en zones témoins. Puisque les sources de carbone organique peuvent être d'origine anthropique ou naturelle, il est difficile d'interpréter cette corrélation.

Tableau 3.24 Coefficients de corrélation r et (valeur de p) entre les paramètres chimiques et microbiologiques pour les approvisionnements en rivières

| Paramètres (rivières) | COT | NH ₃ | NO ₃ -NO ₂ | P |
|---------------------------------------|--------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| Réseaux exposés (16 réseaux) | | | | |
| Bactéries <i>E. coli</i> | -0,050 (0,853) | -0,033 (0,902) | 0,516 (0,041) | 0,048 (0,860) |
| Bactéries entérocoques | 0,336 (0,204) | -0,142 (0,600) | 0,180 (0,506) | 0,077 (0,776) |
| Coliphages F-spécifiques | 0,134 (0,633) | -0,062 (0,825) | 0,153 (0,587) | 0,327 (0,234) |
| Témoins regroupés (11 réseaux) | | | | |
| Bactéries <i>E. coli</i> | 0,435 (0,181) | -0,172 (0,612) | 0,446 (0,169) | 0,105 (0,759) |
| Bactéries entérocoques | 0,723 (0,012) | -0,180 (0,596) | 0,028 (0,936) | -0,201 (0,554) |
| Coliphages F-spécifiques | -0,192 (0,572) | 0,210 (0,536) | -0,131 (0,700) | 0,383 (0,245) |

Lorsque l'on considère uniquement l'approvisionnement en rivières pour comparer les groupes des réseaux exposés et des réseaux témoins regroupés, on fait sensiblement le même constat. Le tableau 3.24 montre une corrélation positive entre les bactéries *E. coli* et les nitrates-nitrites en zones exposées alors qu'il n'y a pas de corrélation entre les bactéries *E. coli* ou entérocoques et les nitrates-nitrites en zones témoins même si la valeur de p est faible avec *E. coli*. Les activités agricoles intensives (secteurs à forte densité animale) sont une source de pollution fécale et génèrent des quantités importantes d'azote ammoniacal qui finalement vont s'oxyder en nitrates. Cependant, aucune vérification n'a été faite sur le terrain concernant la présence réelle de sources de pollution fécale d'origine agricole, domestique, municipale ou même industrielle ayant pu contaminer les sources d'approvisionnement échantillonnées.

On remarque aussi une corrélation entre les bactéries entérocoques et le COT en zones témoins seulement. Comme il a été mentionné précédemment, il est difficile d'interpréter cette corrélation.

3.3 PRÉCIPITATIONS MESURÉES AU COURS DE LA PÉRIODE D'ÉCHANTILLONNAGE

Rappelons que les sources d'approvisionnement ont été échantillonnées une seule fois. Nous n'avons donc aucune information sur la variabilité temporelle des résultats. Il s'agit d'un portrait instantané de la qualité de l'eau brute et non une évaluation de sa qualité en fonction des saisons ou des conditions climatiques. Ainsi, 93 % des échantillons ont été prélevés entre le 18 et le 29 août 2002.

Or, les données météorologiques du mois d'août 2002 démontrent que les précipitations ont été équivalentes à environ 39,3 % des précipitations moyennes des mois d'août de 1970 à 1998, pour l'ensemble des neuf régions administratives visées dans l'étude. Ce pourcentage de précipitations pour une région a été obtenu par la moyenne de trois stations de mesure représentatives de la région visée. Pour les quatre régions regroupant les zones exposées et les témoins adjacents, ce pourcentage est en moyenne de 42 %, alors que pour les cinq régions regroupant les zones témoins éloignés, il est de 37 %. Globalement, les niveaux de précipitations sont plutôt similaires entre les groupes de réseaux. Par contre, il y a des différences régionales plus importantes variant entre 17 % pour Chaudière-Appalaches, une région exposée, fortement représentée dans l'étude, et 61 % pour le Centre-du-Québec, une région exposée, peu représentée. Ces variations régionales peuvent occasionner un biais pour la comparaison de certaines données. On peut cependant supposer que ce biais est peu significatif. En effet, le niveau des précipitations est nettement en deçà des valeurs moyennes pour chacune des régions et relativement semblable entre les régions exposées et témoins adjacents et les régions témoins éloignés.

De très fortes précipitations conduisent à une contamination plus importante de l'eau brute aussi bien en eau souterraine qu'en eau de surface. En effet, en temps de très fortes pluies, le débordement d'eaux usées de même que le ruissellement et la remise en suspension de microorganismes pathogènes favorisent la contamination des eaux de surface. Ce ruissellement peut aussi favoriser la migration vers les eaux souterraines et entraîner la contamination à l'intérieur des aires de protection microbiologique ou au niveau même des captages d'eau souterraine. Une étude a conclu que 20 % à 40 % des épidémies d'origine hydrique reliées à l'eau souterraine et à l'eau de surface étaient associées à de fortes précipitations. Vous trouverez dans la section *Références* trois articles à ce sujet. (Gaffield et coll., 2003; Rose et coll., 2000; Wade et coll., 2004). Pour raffiner davantage l'utilisation de ces données, il serait intéressant de vérifier éventuellement la survenue de fortes précipitations pour chaque approvisionnement dans les jours précédant l'échantillonnage.

4 SYNTHÈSE ET DISCUSSION

L'objectif de l'étude visait à vérifier dans quelle mesure les sources d'approvisionnement municipales en eau souterraine et en eau de surface peuvent être affectées par les activités agricoles intensives qui ont cours dans les bassins versants ciblés. Des réseaux municipaux alimentés en eau souterraine et de surface ont été évalués de manière distincte.

Une comparaison entre des réseaux exposés et des réseaux témoins a été effectuée pour atteindre cet objectif. Deux groupes de réseaux témoins (adjacents et éloignés) ont été constitués afin de bien caractériser la qualité de l'eau des approvisionnements non susceptibles d'être influencés par des activités agricoles intensives. La composition des deux types de réseaux exposés et témoins est basée essentiellement sur la présence ou non de municipalités en surplus de fumier, ce qui n'exclut pas d'autres sources de contamination potentiellement présentes dans les deux groupes.

Aucune différence statistiquement significative n'a été mise en évidence entre les zones témoins adjacents et éloignés aussi bien en eau souterraine qu'en eau de surface et ce, pour chacun des paramètres étudiés. Ainsi, les deux groupes de témoins, aussi bien pour l'approvisionnement en eau souterraine qu'en eau de surface, ont pu être regroupés afin d'établir une comparaison avec le groupe de réseaux exposés.

De façon générale, les niveaux de contamination ne sont pas très importants. Cependant, malgré le nombre relativement faible de données, des différences significatives ont été observées entre les groupes exposés et témoins.

Eau souterraine (volet microbiologique) - Les résultats de cette étude indiquent que 28 % des 94 captages sont contaminés par au moins un des trois indicateurs analysés (bactéries *E. coli*, entérocoques ou virus coliphages F-spécifiques). Cette fréquence est relativement élevée mais les niveaux de contamination sont généralement faibles. À la lumière des résultats, une contamination bactérienne significativement plus importante dans les réseaux exposés par rapport aux réseaux témoins a été observée. Voici les éléments importants à mentionner.

Pour *E. coli* et les entérocoques, les résultats démontrent que la proportion d'échantillons contaminés est de 6 % et de 10 % respectivement pour les réseaux exposés par rapport à 2 % et 2 % respectivement pour les réseaux témoins regroupés, qui touchent au total dix échantillons et principalement, des puits peu profonds. Par ailleurs, même si les valeurs sont faibles en général, la majorité des résultats positifs se retrouvent dans des zones en surplus de fumier. Le nombre peu élevé de réseaux et le faible nombre de résultats positifs pour chaque paramètre (quatre pour *E. coli* et six pour les entérocoques), peuvent expliquer qu'aucune différence significative n'est mise en évidence entre les groupes exposés et témoins. Par contre, si on regroupe les bactéries *E. coli* et entérocoques, on retrouve huit captages contaminés (16 %) dans les zones exposées comparativement à un seul captage (2 %) dans les zones témoins regroupés. Il est à noter que le seul captage témoin contaminé l'est à la fois par les bactéries *E. coli* et entérocoques. Par ailleurs, si on compare uniquement les pourcentages de captages contaminés au niveau bactériologique, on observe que cette différence est statistiquement significative. Les captages dans les zones exposées sont plus contaminés ($p = 0,0318$) par rapport aux zones témoins. La seule présence de bactéries *E. coli* ou entérocoques dans une eau souterraine est inacceptable et indique une forte probabilité d'une contamination fécale et par conséquent un risque sanitaire associé.

Pour les coliphages F-spécifiques, le niveau de contamination des réseaux exposés est de 16 % par rapport à 22 % pour les témoins regroupés, ce qui est relativement élevé par rapport à la contamination bactérienne. Par ailleurs, aucune différence n'est observée entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins. La contamination par les coliphages F-spécifiques ne touche que des puits tubulaires, ce qui soulève des doutes sur la vulnérabilité de ces nappes souterraines plus profondes ou sur la susceptibilité de ces captages à la contamination. En général, ces captages sont reconnus plus sécuritaires que les captages peu profonds. Ceci démontre aussi que cet indicateur viral a présenté un comportement

différent par rapport aux indicateurs bactériens. D'ailleurs, les coliphages F-spécifiques sont de plus en plus utilisés conjointement avec les bactéries indicatrices pour évaluer la présence potentielle de virus entériques.

Dans le cadre de cette étude, la très grande majorité des captages sont des puits tubulaires. La proportion de puits tubulaires étudiés et le nombre total de captages sont sensiblement les mêmes entre les zones en surplus de fumier et les zones témoins (environ 82 % de puits tubulaires). Il n'est donc pas possible d'expliquer une différence dans les résultats par une proportion plus grande de captages de faible profondeur dans une zone par rapport à une autre.

Par ailleurs, la vulnérabilité de l'eau souterraine est une donnée inconnue aussi bien pour les captages situés dans des municipalités en surplus de fumier que pour ceux situés dans des municipalités témoins. Globalement, on peut estimer que cette variable n'est pas déterminante pour expliquer des niveaux différents de contamination entre les captages témoins et exposés.

Même si les captages sélectionnés sont situés dans les zones en surplus de fumier, il n'y a pas eu de validation sur le terrain pour confirmer que des activités agricoles intensives se trouvaient effectivement dans l'aire de protection microbiologique. Il est donc possible, dans certains cas, que la localisation du captage le protège de la contamination microbiologique pouvant provenir d'activités agricoles intensives sur le territoire avoisinant. Inversement, une zone de pollution fécale située dans l'aire de protection peut être présente près d'un captage témoin. C'est d'ailleurs ce que l'on observe car la contamination la plus importante aussi bien pour *E. coli* (14 ufc/100ml) que pour les entérocoques (>100 ufc/100ml) se retrouve dans un captage d'eau souterraine situé dans un réseau témoin éloigné. C'est le seul captage contaminé par ces deux bactéries simultanément.

En outre, le tableau 3.4 fait ressortir qu'un traitement de désinfection en continu de l'eau souterraine est plus souvent appliqué dans les zones en surplus de fumier comparativement aux zones témoins. Un traitement de désinfection en continu offre une meilleure sécurité d'approvisionnement en eau potable lorsque l'eau brute est contaminée.

Eau souterraine (volet chimique) - L'étude a fait ressortir une différence statistiquement significative entre les teneurs de NH_3 retrouvées dans les captages des zones en surplus de fumier comparativement aux captages témoins. La présence de NH_3 a été détectée dans moins de 50 % des captages étudiés. En outre, le NH_3 a été détecté plus fréquemment et à des concentrations plus élevées dans les captages situés dans les zones en surplus de fumier par rapport aux deux zones témoins. Ces résultats mettent en évidence le risque que les captages de ces secteurs soient influencés par une pression accrue du milieu. Dans le cadre de cette étude, on estime que des captages situés en zones exposées ou témoins peuvent être influencés par des activités polluantes environnantes. Ainsi, un captage situé en zone témoin éloigné a présenté la concentration de NH_3 la plus élevée. Ce résultat met en évidence le fait que le protocole de l'étude visait à comparer, à une échelle macroscopique, des secteurs d'activités agricoles intensives à des milieux non soumis de manière importante à ces activités. Ainsi, tous les réseaux sélectionnés peuvent être influencés par d'autres sources de contamination y compris par le milieu naturel.

En outre, dix captages (10 %) étudiés ont montré des concentrations nettement problématiques ($\geq 0,5$ mg/L-N). À moins d'une origine naturelle, l'azote ammoniacal ne devrait pas être détecté dans l'eau souterraine. Huit d'entre eux se retrouvent dans les zones exposées.

On peut se demander pourquoi l'azote ammoniacal est retrouvé tout particulièrement dans les captages des zones en surplus de fumier. La présence d'azote ammoniacal pourrait indiquer une source de contamination à proximité et sa présence peut également être associée à des conditions où ce composé azoté est plus difficilement transformé en nitrates. En outre, un bon nombre de puits tubulaires échantillonnés ont présenté les concentrations les plus élevées en azote ammoniacal ($\geq 0,3$ mg/L-N). Cependant, les conditions environnementales prévalant dans les aires d'influence des captages étudiés ne sont pas connues.

Le tableau 4.1 résume les résultats obtenus pour les quatre paramètres étudiés en regard des seuils indiquant l'impact des activités anthropiques ($\text{NO}_3\text{-NO}_2 \geq 3 \text{ mg/L-N}$), des concentrations pouvant entraîner une problématique lors du traitement de l'eau ($\text{NH}_3 \geq 0,5 \text{ mg/L-N}$; $\text{COT} \geq 3 \text{ mg/L}$) ou encore des concentrations rarement mesurées dans l'ensemble des captages étudiés ($\text{P} \geq 0,4 \text{ mg/L}$). Par exemple, pour le phosphore, le centile 90 ne dépasse pas $0,34 \text{ mg/L}$ dans le groupe des réseaux exposés.

Tableau 4.1 Résultats des analyses chimiques en eau souterraine en regard des seuils d'impact (% des réseaux avec résultats \geq à la valeur de référence par rapport au nombre de réseaux avec résultats positifs)

| Composés | Valeur de référence (mg/L) | Exposés | Témoins adjacents | Témoins éloignés | Témoins regroupés |
|-------------------------------------|----------------------------|---------|-------------------|------------------|-------------------|
| $\text{NO}_3\text{-NO}_2\text{(N)}$ | ≥ 3 | 13 % | 8 % | 6 % | 7 % |
| $\text{NH}_3\text{(N)}$ | $\geq 0,5$ | 24 % | 8 % | 14 % | 11 % |
| P | $\geq 0,4$ | 20 % | 16 % | 0% | 12 % |
| COT | ≥ 3 | 14 % | 7 % | 0 % | 5 % |

Aucune différence significative n'a été mise en évidence en ce qui concerne les résultats de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$, de P et de COT entre les groupes de réseaux étudiés. Le plus souvent, la médiane des concentrations mesurées dans chacun des groupes est comparable. Toutefois, la distribution des concentrations pour ces composés, selon les différents groupes de captages, diffère et indique la présence plus fréquente de concentrations élevées dans les captages situés dans les zones en surplus de fumier. Les pourcentages de réseaux, avec des concentrations au-dessus de la valeur de référence, passent le plus souvent du simple au double pour ces composés lorsque l'on compare les captages situés dans les zones en surplus de fumier par rapport aux témoins regroupés.

Le niveau de contamination des captages étudiés indique qu'au total neuf (10 %) captages montraient une concentration $\geq 3 \text{ mg/L}$ de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$, alors qu'aucun dépassement de la norme de 10 mg/L de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ n'a été observé. Par ailleurs, six de ces captages se retrouvent dans des zones exposées. Des concentrations de plus de 5 mg/L méritent qu'un suivi régulier soit réalisé afin de vérifier les fluctuations des $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ dans ces puits. Les concentrations de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ peuvent en effet fluctuer dans certains puits de manière significative, pouvant ainsi entraîner des concentrations approchant la norme de 10 mg/L-N de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ (MENV, 1997). Au total, six captages ont démontré une concentration en $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ supérieure à 5 mg/L . Cinq d'entre eux sont situés dans des zones en surplus de fumier.

Il est difficile de préciser l'origine de la contamination par le P et le COT des captages étudiés puisque l'on connaît mal les niveaux naturels de ces composés dans les aquifères au Québec. Toutefois, ces composés ne devraient pas se retrouver en concentrations significatives dans les captages d'eaux souterraines bien protégés.

Le P n'a pas d'effet potentiel sur la santé et n'a pas d'impact significatif sur les installations d'approvisionnement en eau souterraine. Toutefois, il peut indiquer l'impact des activités anthropiques sur la ressource.

La présence de COT dans l'eau potable réduit le potentiel de désinfection du chlore et favorise la formation des trihalométhanes, des composés auxquels on attribue un potentiel cancérigène. La présence de concentrations de l'ordre de 3 mg/L de COT peut entraîner, selon la composition de la matière organique, la formation de concentrations approchant la norme $80 \mu\text{g/L}$ de THM prévue au RQEP (norme basée sur une moyenne annuelle de quatre échantillons).

Au total, trente captages indiquent la présence de l'un ou l'autre des paramètres chimiques cités plus haut en concentrations supérieures aux valeurs de référence fixées. Ces captages représentent respectivement 39 %, 29 % et 18 % des captages des zones exposées, des témoins adjacents et des témoins éloignés. Un seul captage a toutefois montré un potentiel de formation de THM de plus de 80 µg/L.

Eau de surface (volet microbiologique) - À la lumière des résultats du tableau 3.10, on remarque que les niveaux de contamination ne sont pas très élevés. Par ailleurs, les sources d'approvisionnement dans les zones en surplus de fumier sont, à tous les points de vue, plus contaminées par *E. coli* et les entérocoques que dans les zones témoins. D'ailleurs, le tableau 3.11 démontre que cette contamination, plus grande dans les zones en surplus de fumier, est statistiquement significative. Cependant, cette différence significative ne peut être considérée sans tenir compte de la proportion différente de lacs et de rivières dans les deux zones.

On remarque en effet que la majorité des sources d'approvisionnements de surface sont des rivières dans les zones en surplus de fumier (16 rivières et 4 lacs) et des lacs dans les zones témoins (19 lacs et 11 rivières) comme le montre le tableau 3.9. Il n'y a donc que quatre lacs utilisés comme sources d'approvisionnement dans les zones en surplus de fumier. Le tableau 3.16 montre que les lacs sont en général moins contaminés que les rivières. Cette différence peut amener un biais et rendre non valable la comparaison entre les deux zones. C'est pourquoi le tableau 3.14 compare la contamination en rivières dans les réseaux témoins par rapport à cette contamination dans les réseaux en surplus de fumier. Cet exercice diminue par contre la puissance statistique à cause du nombre moins élevé de données. Il ressort de cette comparaison que les résultats de *E. coli* montrent une contamination plus importante dans les zones en surplus de fumier comparativement à la contamination dans les zones témoins. En effet, le pourcentage de résultats positifs, la médiane, le centile 90, la concentration maximale et la moyenne sont plus élevés dans les zones exposées. Cette différence est soutenue par une valeur de *p* relativement faible de 0,1591 mais n'est pas significative. Par ailleurs, aucune différence évidente n'est observée avec les bactéries entérocoques et les coliphages F-spécifiques entre les deux zones. Suite à cette évaluation, on peut donc conclure qu'aucune différence significative n'est observée entre les zones exposées et les zones témoins en regard des paramètres microbiologiques.

Il importe aussi de préciser que *E. coli* est le meilleur indicateur de contamination fécale et de risque sanitaire potentiel. La moyenne observée en eau de surface dans les zones en surplus de fumier se situe au-delà de 20 ufc/100ml, soit 59 ufc/100ml, ce qui nécessite une filtration et le rehaussement de l'efficacité du traitement d'un facteur 10 par rapport aux exigences minimales du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (RQEP), de façon à assurer la distribution d'une eau potable de bonne qualité sanitaire, en tout temps. Cependant, alors que le critère établi dans le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* est fixé à l'aide d'une moyenne arithmétique annuelle des coliformes fécaux, la moyenne des résultats obtenus dans la présente étude est basée sur un échantillonnage unique et sur l'analyse des *E. coli*.

Tout comme en eau souterraine, les coliphages F-spécifiques en eau de surface ne suivent pas le même profil de contamination que les indicateurs bactériens. La contamination est relativement moins importante et, en outre, aucune différence n'est remarquée entre les zones exposées et les zones témoins. Même en eau de surface, cet indicateur n'a pas le même comportement que les indicateurs bactériens.

On remarque, d'après le tableau 3.10, qu'un traitement complet de filtration et de désinfection est appliqué dans la majorité (65 %) des municipalités en surplus de fumier, alors que dans les municipalités témoins, on a recours dans la majorité des cas (88 %) au traitement de chloration uniquement. On remarque aussi que 100 % des rivières en zones exposées et 63 % des rivières en zones témoins ont un traitement complet.

Eau de surface (volet chimique) : En observant les résultats d'analyse des paramètres chimiques et, plus particulièrement les $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ et le P, on constate que les sources d'approvisionnement en eau de surface situées dans des zones en surplus de fumier présentent, de manière statistiquement significative, des contaminations plus importantes par rapport aux sources d'approvisionnement situées dans des zones témoins. Lorsqu'on considère uniquement l'approvisionnement en rivières, cette différence demeure significative. L'étude n'a toutefois pas permis d'établir de différences significatives en ce qui concerne le NH_3 et le COT.

Dans le cadre de cette étude, les eaux de surface servant de sources d'approvisionnement en eau potable ont présenté un niveau de contamination. Plusieurs rivières ont montré des concentrations de P supérieures à 0,03 mg/L. Cinquante pour cent des rivières des zones exposées dépassaient ce seuil alors qu'aucun dépassement n'était observé en zones témoins. Quant au COT, 94 % des sources d'approvisionnement en rivières des zones exposées ont montré des concentrations de plus de 3 mg/L, ce qui entraîne, en regard du RQEP, une étape de filtration à la filière de traitement pour l'approvisionnement en eau potable. En zone témoin, cette proportion atteint 78 %.

Toutefois, les concentrations de NH_3 et de $\text{NO}_3\text{-NO}_2$ n'ont pas atteint des valeurs indiquant l'impact des activités anthropiques sur les cours d'eau (soit des concentrations d'azote total ≥ 1 mg/L).

Malgré le caractère instantané et ponctuel de l'échantillonnage, les résultats obtenus indiquent une corrélation positive entre certains paramètres bactériologiques (*E. coli* et entérocoques) et chimiques (nitrates-nitrites) dans les zones en surplus de fumier mais non dans les zones témoins. En tenant compte uniquement de l'approvisionnement en rivières, cette corrélation positive demeure pour les bactéries *E. coli* dans les zones en surplus de fumier. Cette corrélation n'est pas observée dans les zones témoins même si la valeur de p est faible pour *E. coli*.

5 CONCLUSION

La présente étude se distingue par le fait qu'il y en a très peu au Québec qui portent sur la contamination des sources d'approvisionnement collectives aussi bien en eau de surface qu'en eau souterraine. Cette étude de caractérisation des eaux brutes municipales s'inscrit dans le cadre de l'*Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé*, en apportant un complément et une dimension différente. De plus, la caractérisation des captages municipaux d'eau souterraine est intéressante car l'aire d'influence de ceux-ci (associée à un plus grand débit de pompage) est beaucoup plus étendue que pour les puits individuels. Voici les éléments les plus importants de la présente étude.

- Une différence statistiquement significative à l'effet que les sources d'approvisionnement en eau de surface situées dans les zones en surplus de fumier sont plus contaminées par les nitrates-nitrites et le phosphore total a été observée. Ces résultats portent sur l'ensemble des sources d'approvisionnement en lacs et rivières, de même que pour les rivières uniquement. Le fait que les rivières sont majoritaires (seulement 4 lacs) dans les zones exposées alors que les lacs sont majoritaires dans les zones témoins peut biaiser certains résultats. Donc, l'analyse a été faite pour l'approvisionnement en rivières uniquement, dont le nombre est plus comparable entre les deux zones (16 en zones exposées et 11 en zones témoins). Concernant les paramètres bactériologiques, on ne peut conclure à une différence de contamination significative entre les deux zones. En effet, même si on a observé des différences significatives à l'effet que globalement les sources d'approvisionnement en eau de surface situées dans les zones en surplus de fumier sont plus contaminées par les bactéries *E. coli* et entérocoques, il n'y a plus de différences significatives lorsque l'on ne considère que les rivières.

On ne peut présumer à priori que la contamination sera semblable entre les lacs et les rivières pour chacun des paramètres analysés. Dans les études à venir, pour effectuer la comparaison de paramètres en eau de surface entre deux zones, il faudra vérifier que la proportion des lacs et des rivières est similaire dans ces deux zones. Sinon, la comparaison devrait se faire entre lacs ou rivières, avec un nombre suffisamment grand de plans d'eau, de façon à augmenter la puissance statistique.

- En outre, toujours en eau de surface, en considérant uniquement l'approvisionnement en rivières, une corrélation positive entre les bactéries *E. coli* et les nitrates-nitrites dans les zones en surplus de fumier a été observée. Cette corrélation positive n'existe pas dans les zones témoins regroupés.
- Dans les approvisionnements en eau souterraine, les résultats de cette étude montrent une différence statistiquement significative à l'effet que les concentrations d'azote ammoniacal (NH_3) sont plus importantes dans les zones exposées par rapport aux zones témoins regroupés. Une différence significative a aussi été observée entre le pourcentage de sources contaminées au niveau bactériologique dans les zones exposées (16 %) par rapport à ce pourcentage (2 %) dans les zones témoins. Sans être significatif, un patron de contamination plus importante concernant les concentrations les plus élevées est observé dans le groupe des réseaux exposés pour l'ensemble des paramètres chimiques. Par ailleurs, la contamination par les virus coliphages F-spécifiques présente une distribution différente (16 % en zones exposées et 22 % en zones témoins regroupés), attestant ainsi que cet indicateur viral ne se comporte pas comme les indicateurs bactériens. Il est à noter que les proportions de puits de surface et de puits tubulaires sont similaires dans le groupe des réseaux exposés et le groupe des réseaux témoins.
- Dans la présente étude, toutes les sources contaminées par les coliphages F-spécifiques sont captées par des puits tubulaires, ce qui démontre la vulnérabilité particulière de ces nappes souterraines profondes ou une susceptibilité de ces captages à la contamination. La présence des différents contaminants chimiques (NH_3 , $\text{NO}_3\text{-NO}_2$, P, COT) dans des puits tubulaires à des concentrations égales ou supérieures à celles retrouvées dans les puits peu profonds soulève également des interrogations.

- Cette étude présente certaines limites. L'échantillonnage unique ne rend pas compte de la variation temporelle de la qualité des sources d'approvisionnement. Un nombre plus important d'analyses obtenu à différentes périodes de l'année aurait permis une meilleure représentativité de la qualité de l'eau souterraine et une meilleure puissance statistique.
- De plus, il faut préciser que la période où l'échantillonnage a eu lieu était peu propice à la lixiviation des nutriments vers les cours d'eau et à leur migration vers les aquifères puisque les précipitations ont été particulièrement faibles au cours du mois d'août 2002. Par ailleurs, nous ne connaissons pas non plus l'impact qu'ont pu avoir de très fortes précipitations dans les jours précédant l'échantillonnage.
- La sélection des réseaux s'appuie uniquement sur une évaluation macroscopique des sources de pollution puisqu'elle repose uniquement sur le bilan phosphore des municipalités et l'importance des zones cultivées pouvant recevoir des fumiers. Aucune évaluation in situ n'a été réalisée avant l'échantillonnage pour vérifier la présence réelle de sources de pollution potentielles, qu'elles soient agricoles, municipales, domestiques ou industrielles.
- La portée de l'étude ne nous permettait pas d'estimer le niveau de risque associé à la consommation de l'eau potable desservie à la population. En effet, seules les sources d'approvisionnement ont été échantillonnées et analysées de sorte que l'efficacité du traitement appliqué à l'eau brute n'a pas été évaluée.
- Des études supplémentaires seraient nécessaires pour éventuellement préciser et documenter davantage les différences significatives et les autres différences importantes observées concernant la plus grande contamination des sources d'approvisionnement en eau potable potentiellement affectées par des municipalités en surplus de fumier par rapport à des municipalités témoins. Par exemple, l'utilisation éventuelle de nouvelles méthodes de caractérisation des sources de pollution microbienne permettrait d'en retracer précisément l'origine humaine ou animale et d'identifier la nature des activités anthropiques responsables de la contamination des sources d'approvisionnement en eau potable. De plus, la présence d'azote ammoniacal en concentrations statistiquement plus importantes dans les zones en surplus de fumier par rapport aux zones témoins, de même que leur détection dans les puits tubulaires, méritent d'être mieux documentées.
- Des analyses plus détaillées des captages d'eau souterraine de même que la réalisation d'études hydrogéologiques pour connaître la vulnérabilité des nappes souterraines profondes seront nécessaires pour comprendre la problématique de la contamination de ces eaux. Des stratégies de protection appropriées pourront ensuite être envisagées.
- La contamination plus grande des sources d'approvisionnement potentiellement affectées par des municipalités en surplus de fumier, aussi bien en eau souterraine qu'en eau de surface, est observée dans cette étude. Même si les niveaux de contamination ne sont généralement pas très importants, le principe de précaution doit s'appliquer de façon à assurer une amélioration de la situation. Ce constat incite à la prudence et à investir sur la protection des sources d'approvisionnement en eau potable dans le cadre, par exemple, de comités de bassins versants tel que mentionné dans la *Politique nationale de l'eau*. En effet, pour obtenir une eau potable de bonne qualité, l'approche à barrières multiples est privilégiée autant en Amérique du Nord qu'en Europe et elle couvre toutes les étapes de contrôle, de la source au robinet. Dans ce contexte, il est nettement plus sécuritaire et souvent plus économique d'investir dans l'amélioration de la qualité de la source d'approvisionnement plutôt qu'uniquement sur le rehaussement du traitement qui doit être efficace en tout temps. Les épidémies hydriques occasionnées par une déficience du traitement comme celles de Milwaukee en 1993 (400 000 personnes malades), de Walkerton (Ontario), en 2000 et de North-Battleford (Saskatchewan), en 2001, l'illustrent très bien.

RÉFÉRENCES

- MINISTÈRE DES AFFAIRES MUNICIPALES ET MÉTROPOLE ET ENVIRONNEMENT QUÉBEC, *Guide de conception des installations de production d'eau potable*, [En ligne] [www.menv.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm]
- ENVIRONNEMENT ET FAUNE DU QUÉBEC, *L'eau potable au Québec; un second bilan de sa qualité 1989-1994*, Québec, 1997, 36 p.
- GAFFIELD STEPHEN J., GOO ROBERT L., RICHARDS LYNN A., JACKSON RICHARD J., « Public health effects of inadequately managed storewater runoff », *Research and Practice*, septembre 2003, vol. 93 n° 9, p. 1527-1533.
- Simard G., R. Desrosiers, ministère de l'Environnement du Québec, Service des eaux souterraines, *Qualité des eaux souterraines du Québec*, Québec, 1980, 94 p.
- HALBERG, G.R., NITROGEN MANAGEMENT AND GROUND WATER PROTECTION, ED. RF. FOLLETT, USDA-ARS, CO80522, U.S.A., 1989, p. 35-39.
- LE CONSEIL CANADIEN DES MINISTRES DES RESSOURCES ET DE L'ENVIRONNEMENT, *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada*, 1987.
- MADISON, R.J ET J.D. BRUNETT, 1985., « Overview of the occurrences of nitrates in groundwater of the United States », *US Geological Survey, Water Supply Paper*, vol. 2275, p. 93-105.
- MEF, 1998a, *Situation environnementale du bassin de la rivière Boyer*, document rédigé par le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec et le ministère des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec dans le cadre du Plan Saint-Laurent Vision 2000 et par le Groupe d'intervention pour la restauration de la Boyer (GIRB), octobre 1998, Envirodoq n° EN981281.
- MEF, 1998b. *Le bassin de la rivière Chaudière : l'état de l'écosystème aquatique*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, rapport no°EA-12, 1996, Envirodoq n° EN980022, 6 sections.
- MEF, 1998c. *Bassin versant de la rivière Chaudière : l'activité agricole et ses effets sur la qualité de l'eau*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des politiques des secteurs agricoles et naturels et Environnement Canada, Centre Saint-Laurent.
- MENVIQ., *Le bassin de la rivière Yamaska : l'état de l'écosystème aquatique*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN990224, 1999, rapport n° EA-14, 6 sections.
- CHAMPAGNE L., MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (DIRECTION DES ÉCOSYSTÈMES URBAINS; DIVISION DES EAUX SOUTERRAINES), *Contamination des eaux souterraines par les nitrates à partir de sources agricoles, état de situation*, 1993, document de travail, 23 p.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC. DIRECTION GÉNÉRALE DES POLITIQUES ENVIRONNEMENTALES EN MATIÈRE D'EAU ET D'ACTIVITÉS AGRICOLES ET MUNICIPALES. *Portrait de la qualité des eaux souterraines et de surface des bassins versants des rivières Chaudière, Etchemin et Boyer (région administrative de la Chaudière-Appalaches)*, Québec, 2002, 57 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, *L'eau. La vie. L'avenir. Politique nationale de l'eau*. Bibliothèque nationale du Québec, ISBN 2-550-40074-7, 2002, Envirodoq ENV/2002/0310.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, *Règlement sur les exploitations agricoles (Q-2, r.11.1)* Québec, juin 2002.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, *Le Règlement sur le captage des eaux souterraines* (Q-2, r.1.3), Québec, juin 2002.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, *Le RQEP* (Q-2, r.18.1.1), Québec, juin 2002.

ROBITAILLE, P., *Qualité des eaux de la rivière Nicolet, 1979 à 1992*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN940249, rapport n° QE-87, Québec, 1994, 74 p., 6 annexes.

ROBITAILLE, P., *Qualité des eaux du bassin de la rivière Etchemin, 1979 à 1994*, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN950563, rapport n° QE-103, Québec, 1995, 43 p., 8 annexes.

ROSE JOAN B., DAESCHNER SCOTT, EASTERLING DAVID R., CURRIERO FRANK C., LELE SUBHASH, PATZ JONATHAN A., « Climate and waterborne disease outbreaks » *American Water Work Association Journal*, septembre 2000, vol. 92, numéro 9, p. 77-87.

SIMONEAU, M., ET Y. GRIMARD, *Qualité des eaux du bassin de la rivière L'Assomption, 1976-1987*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction de la qualité du milieu aquatique, Envirodoq n° 890318, rapport n° QE-62, 1989, 234 p.

SIMONEAU, M., *Qualité des eaux du bassin de la rivière Chaudière, 1976 à 1988*, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, Envirodoq n° EN910053, rapport n° QE-68-1, Québec, 1991, 207 p., 9 annexes.

U.S ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, *Bacterial water quality standards for recreational waters (Freshwater and marine waters) Status report*, EPA-823-R-03-008, Washington, juin 2003, 28 p.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. , « National Primary Drinking Water Regulations: Ground Water Rule; Processed Rules », *Federal Register*, 40 CFR, Parts 141 and 142, 10 mai, 2000, p. 30194-30274.

WADE TIMOTHY J., SANDHY SUKHMINDER K., LEVY DEBORAH, LEE SHERLINE, LE CHEVALIER MARK W., KATZ LOUIS, COLFORD JR JOHN M., « Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms? », *American Journal of Epidemiology* 2004, vol. 159, p. 398-405.

TREMBLAY H., MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, DIRECTION DES ÉCOSYSTÈMES URBAINS, DIVISION DES EAUX DE CONSOMMATION, *Suivi des concentrations de « THM » dans huit réseaux de distribution d'eau potable au Québec*, 1993, 54 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES, *Références sur la qualité des eaux, Guide des paramètres de la qualité des eaux*, Ottawa, Canada, 1980, 100 p.

SANTÉ CANADA, *Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada, Document à l'appui, nitrate-nitrite*, Santé Canada, La qualité de l'eau et la santé, [En ligne] [<http://www.hc-sc.gc.ca/>] *Hecs-sesc/eau/rqep.htm*, consulté en août 2004.

MENV, *Programme Environnement-Plage*, du ministère de l'Environnement du Québec, [En ligne]

[<http://www.menv.gouv.qc.ca/programme/environnement-plage/index.htm>], consulté en août 2004

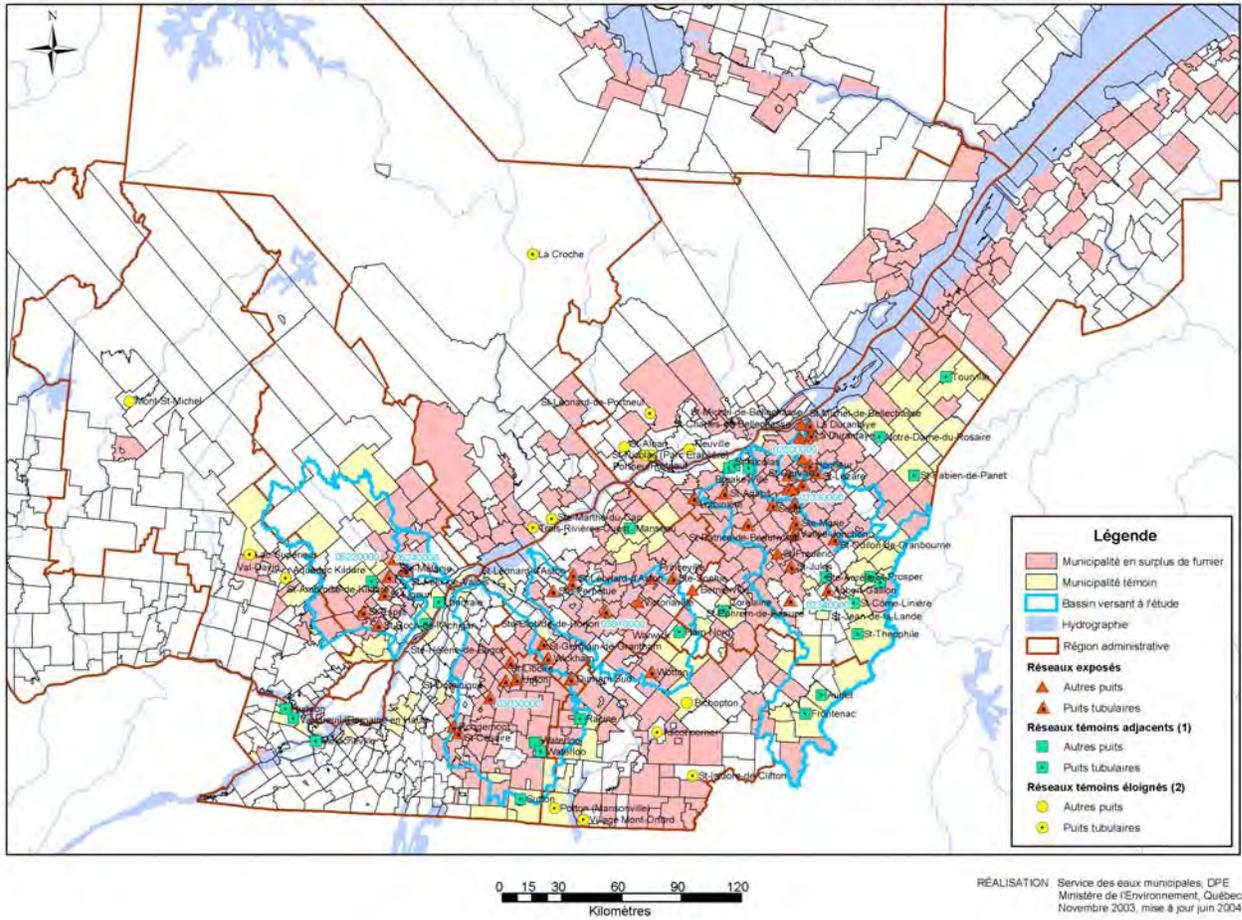
SAS INSTITUTE, *On line Doc, version eight*, SAS Institute inc., Cary, NC, USA, [En ligne] [<http://www.sas.com>], 1999.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, *Critères de qualité de l'eau de surface*, [En ligne] [<http://www.mwv.gouv.qc.ca/leau/critères-eau/index/htm>], 1^{er} septembre 2004, consulté en août 2004.

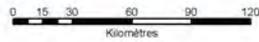
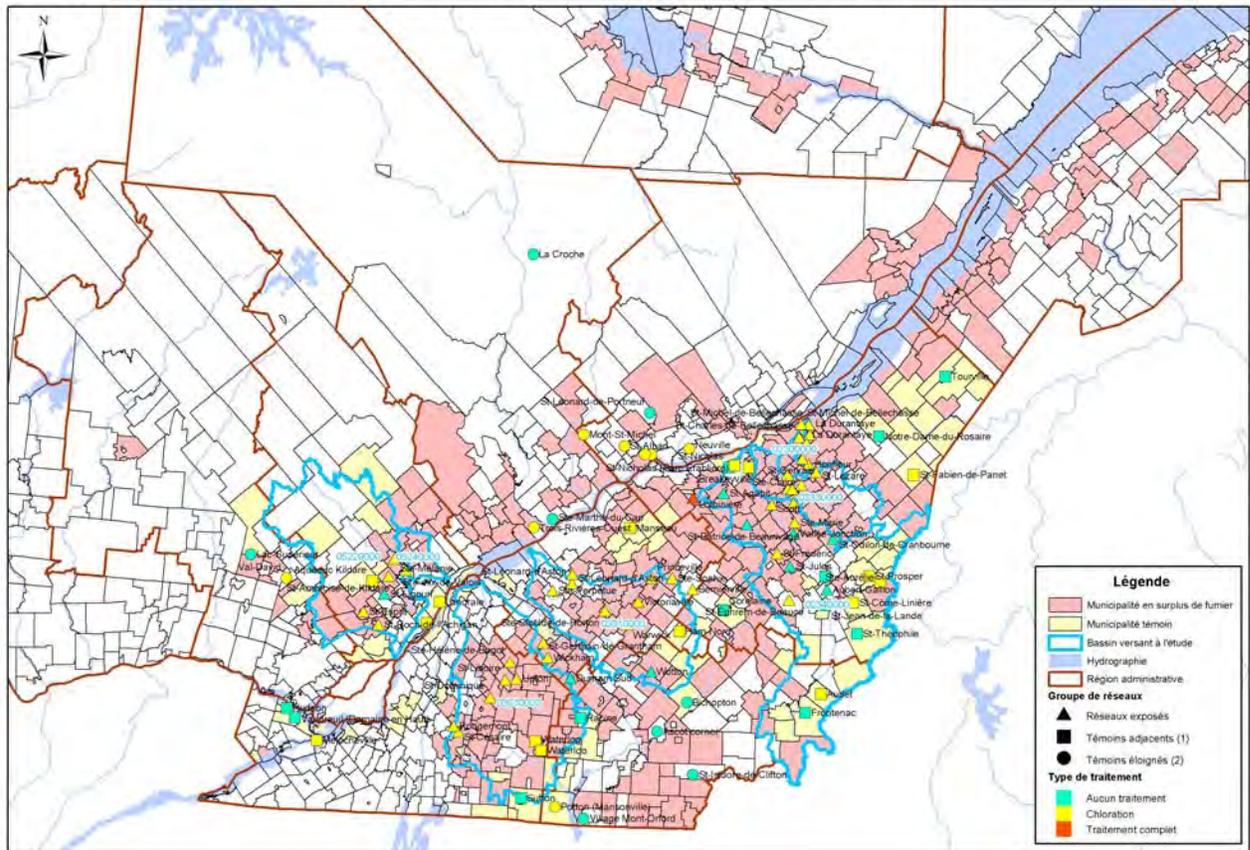
ANNEXE I

CARTES DE LOCALISATION DES RÉSEAUX À L'ÉTUDE ET DES CONCENTRATIONS MESURÉES POUR CHACUN DES PARAMÈTRES ANALYSÉS

No.1 : Approvisionnements en eau souterraine : Exposés, Témoins adjacents (1) et éloignés (2)

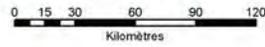
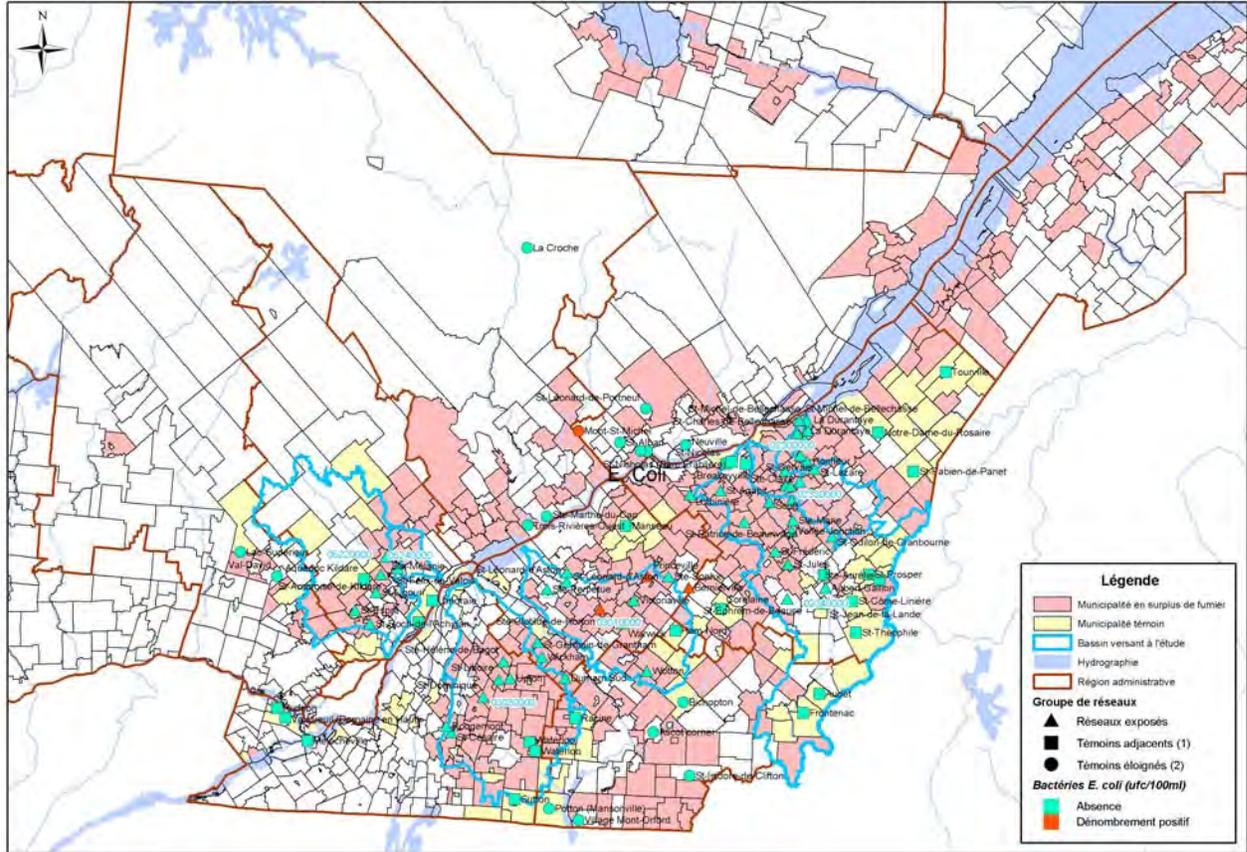


No.2 : Approvisionnements en eau souterraine : Types de traitement (Traitement complet, chloration ou aucun traitement)



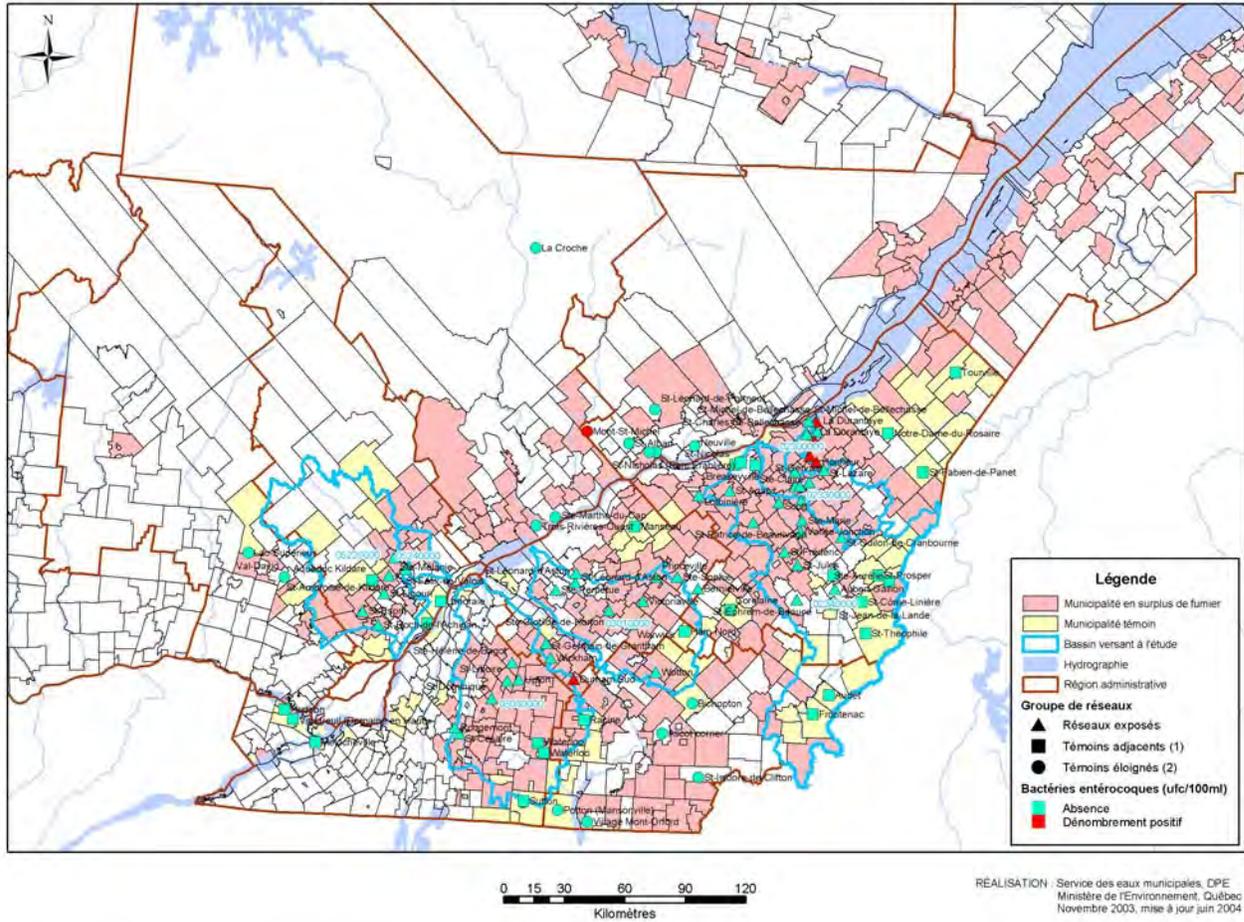
RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.3 : Approvisionnements en eau souterraine : Bactéries *E. Coli*

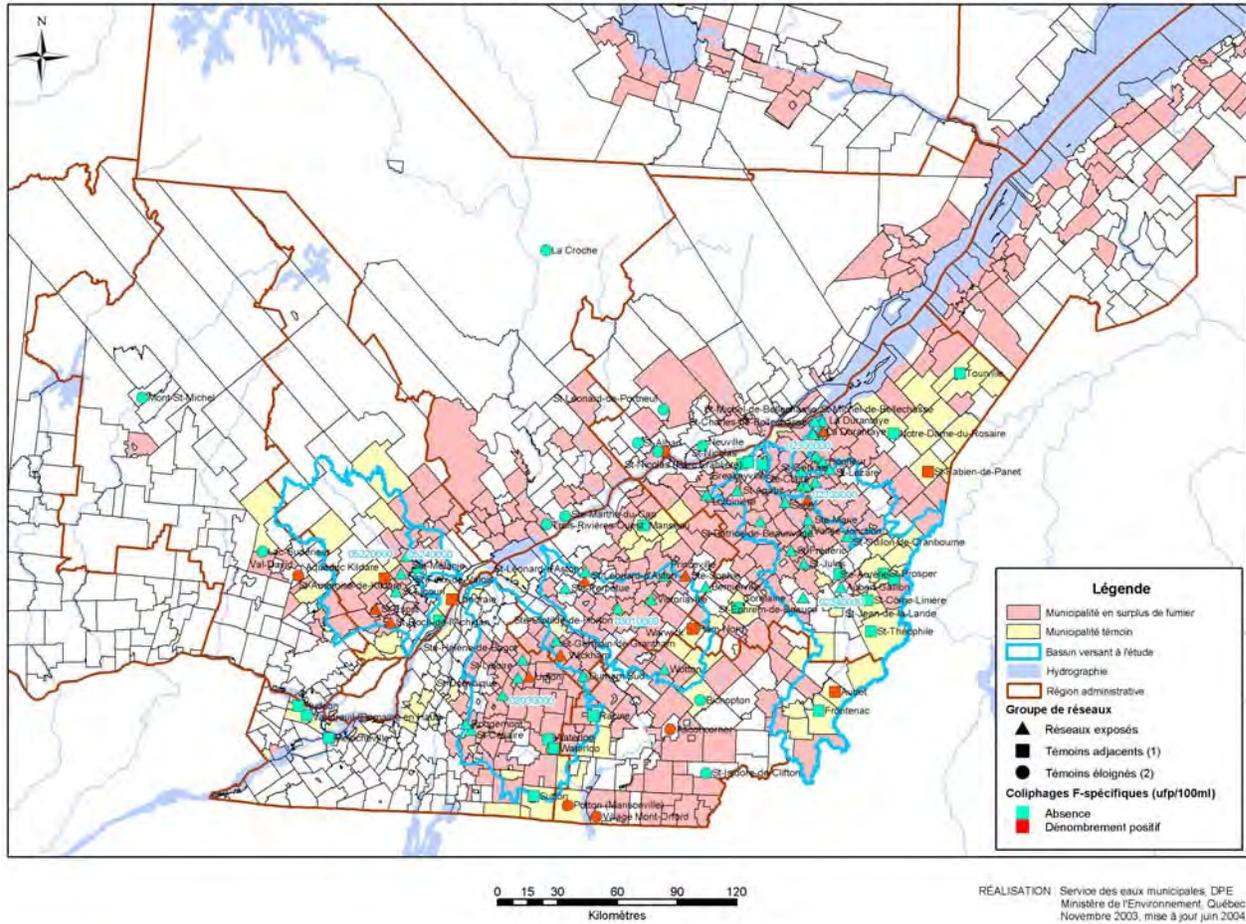


RÉALISATION Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

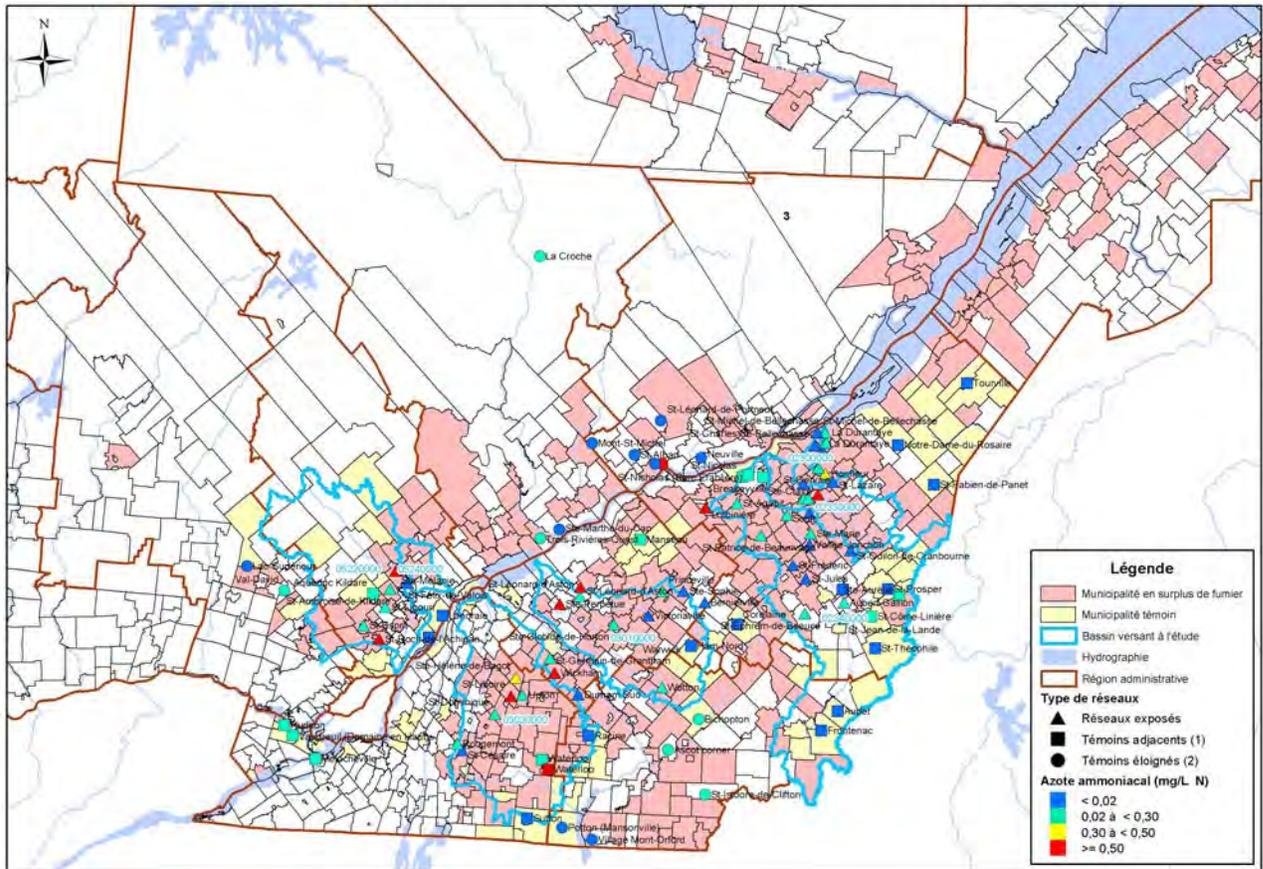
No.4 : Approvisionnements en eau souterraine : Bactéries entérocoques



No.5 : Approvisionnements en eau souterraine : Virus coliphages F-spécifiques

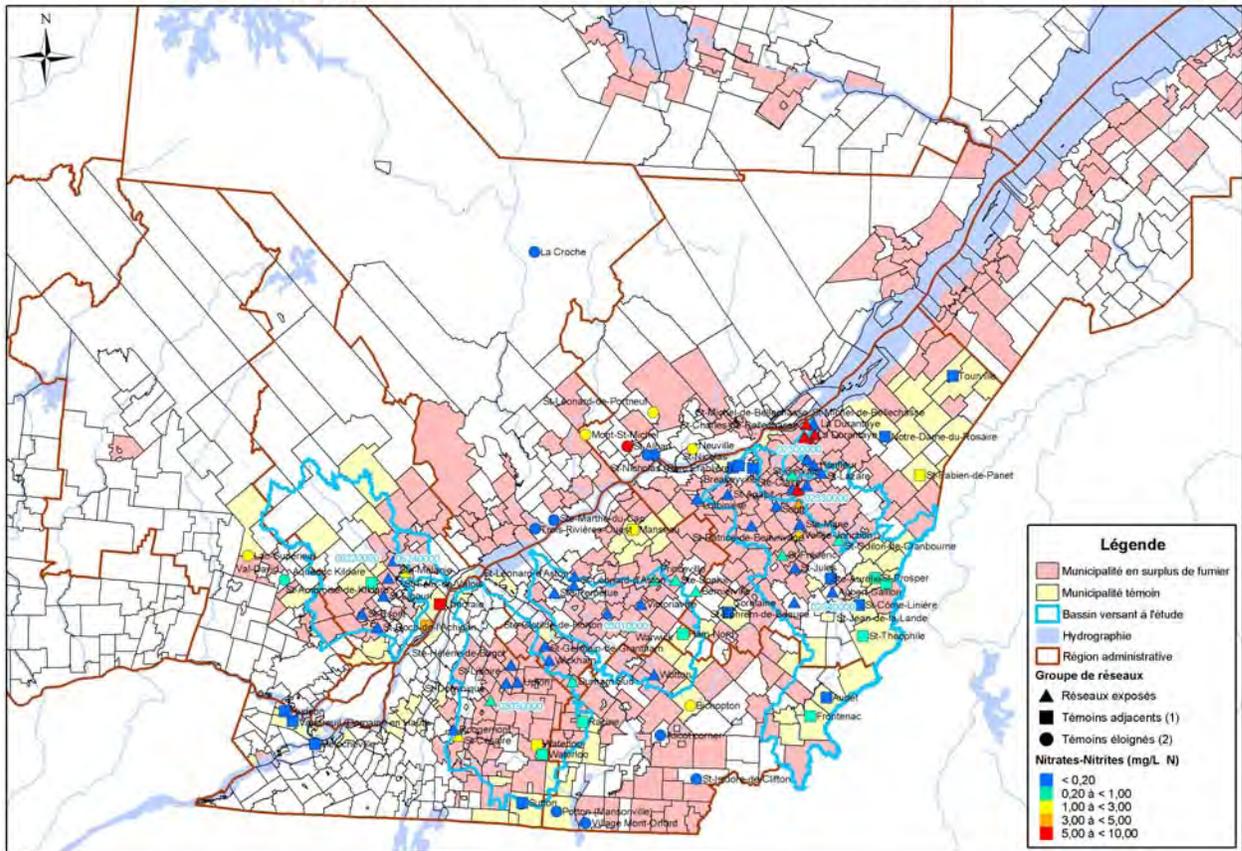


No.6 : Approvisionnements en eau souterraine : Azote ammoniacal (NH₃)



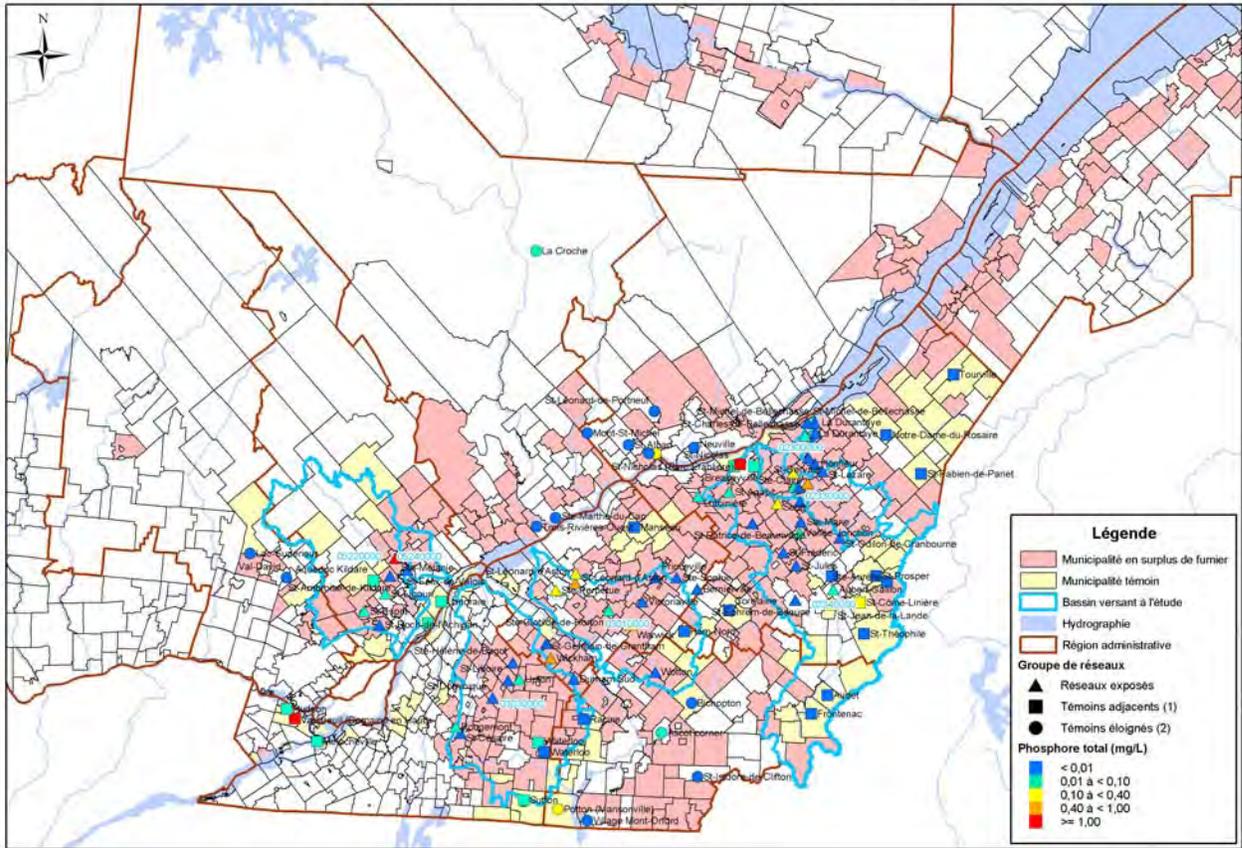
RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.7 : Approvisionnements en eau souterraine : Nitrates-Nitrites (NO₃ - NO₂)



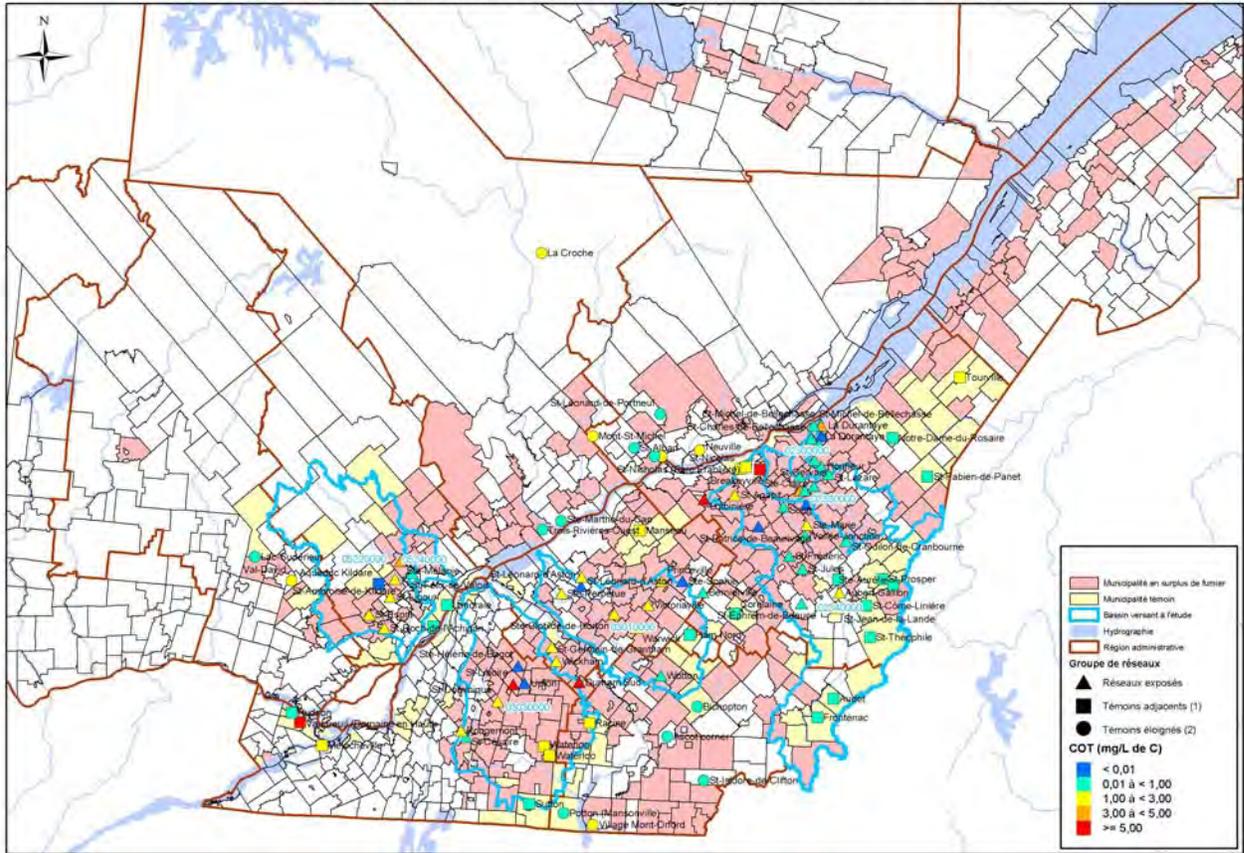
RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.8 : Approvisionnements en eau souterraine : Phosphore total (P total)



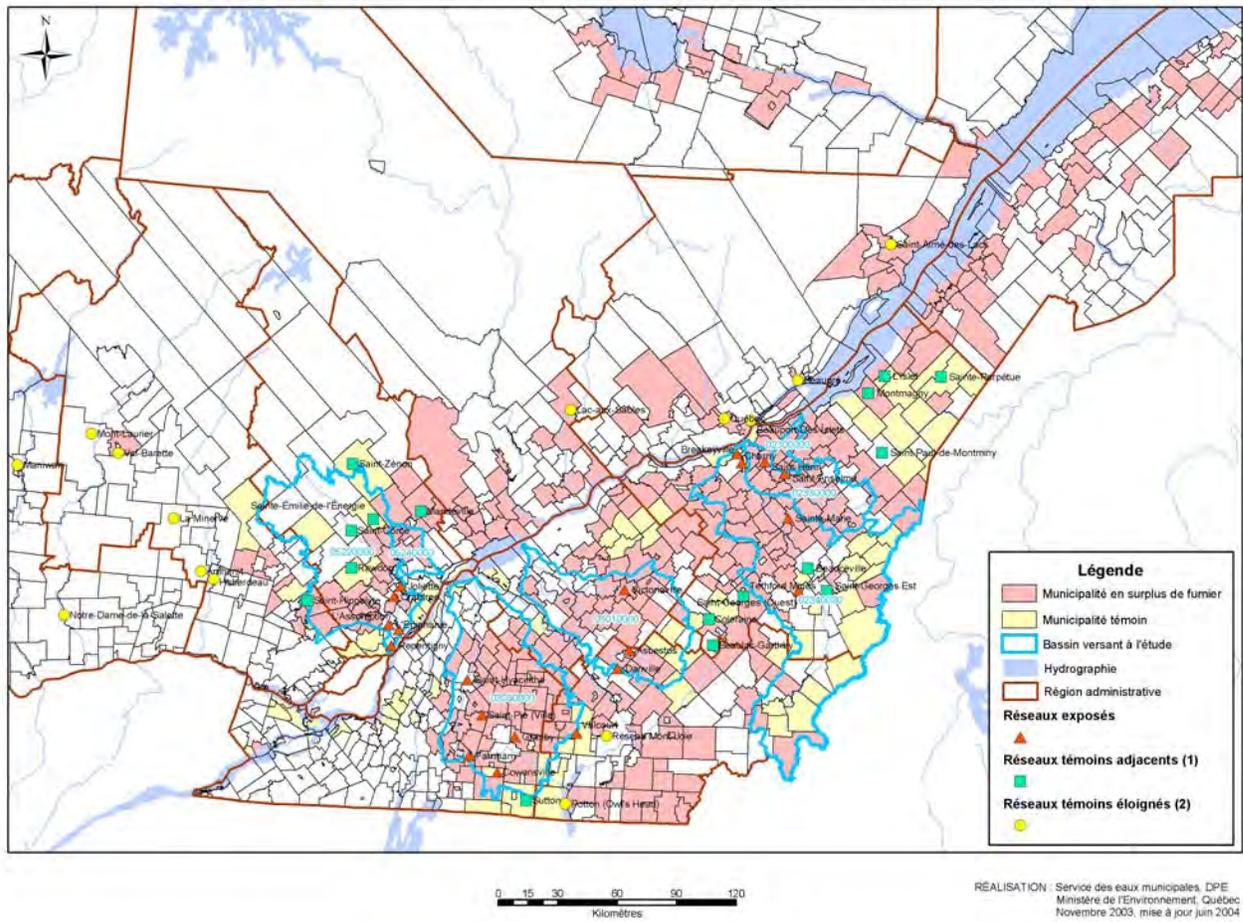
RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.9 : Approvisionnements en eau souterraine : Carbone organique total (COT)

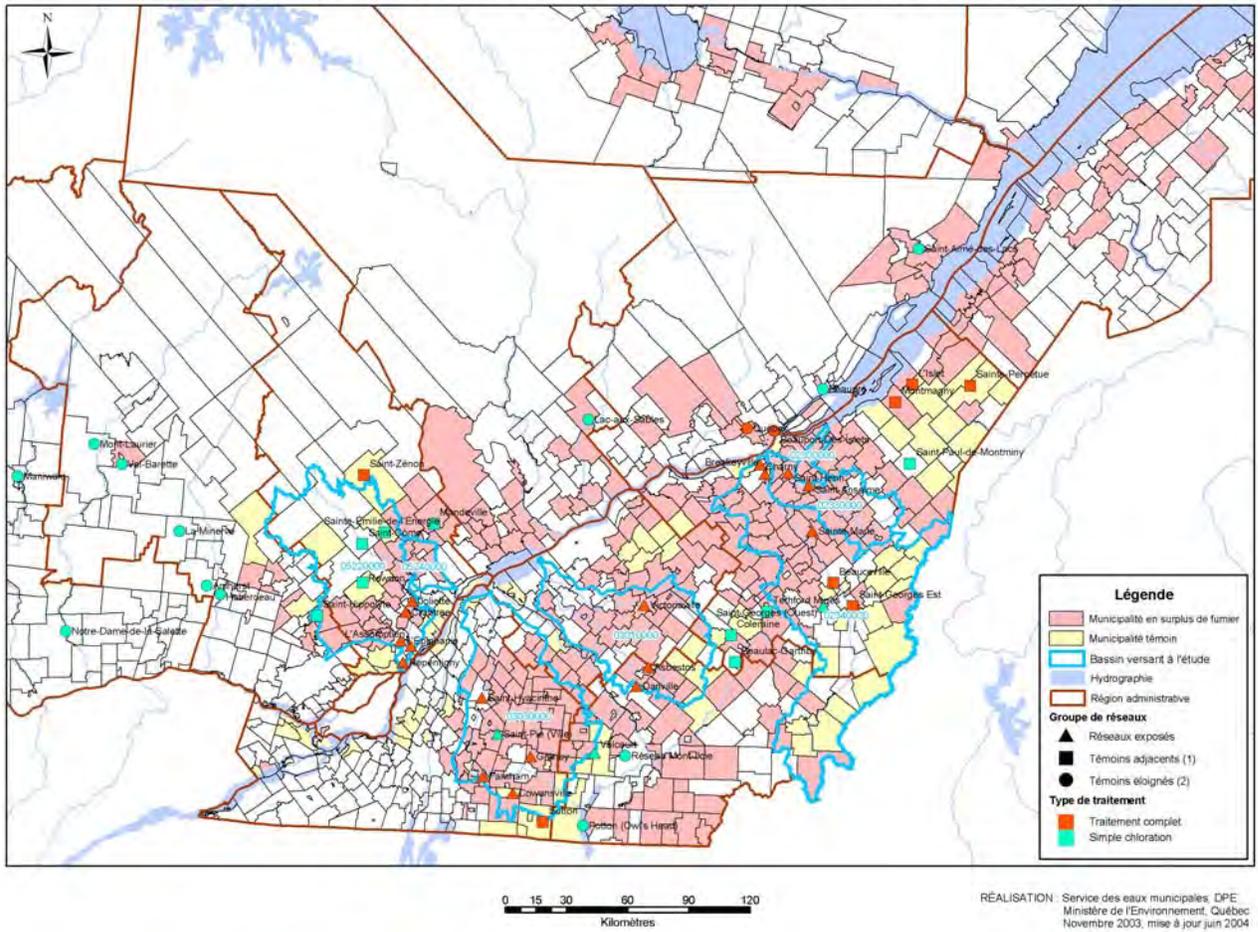


RÉALISATION Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

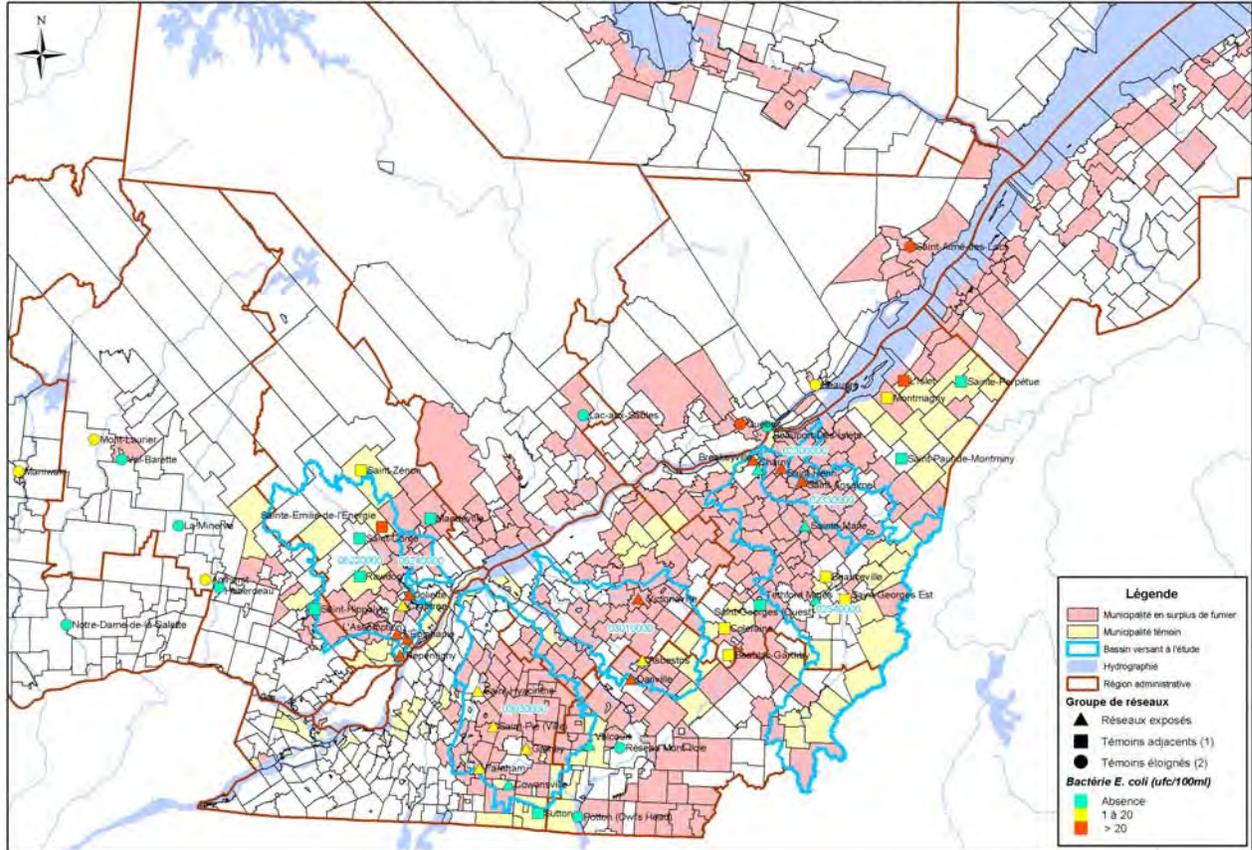
No.10 : Approvisionnements en eau de surface : Exposés, Témoins adjacents (1) et Témoins éloignés (2)



No.11 : Approvisionnements en eau de surface : Types de traitement (complet ou simple chloration)

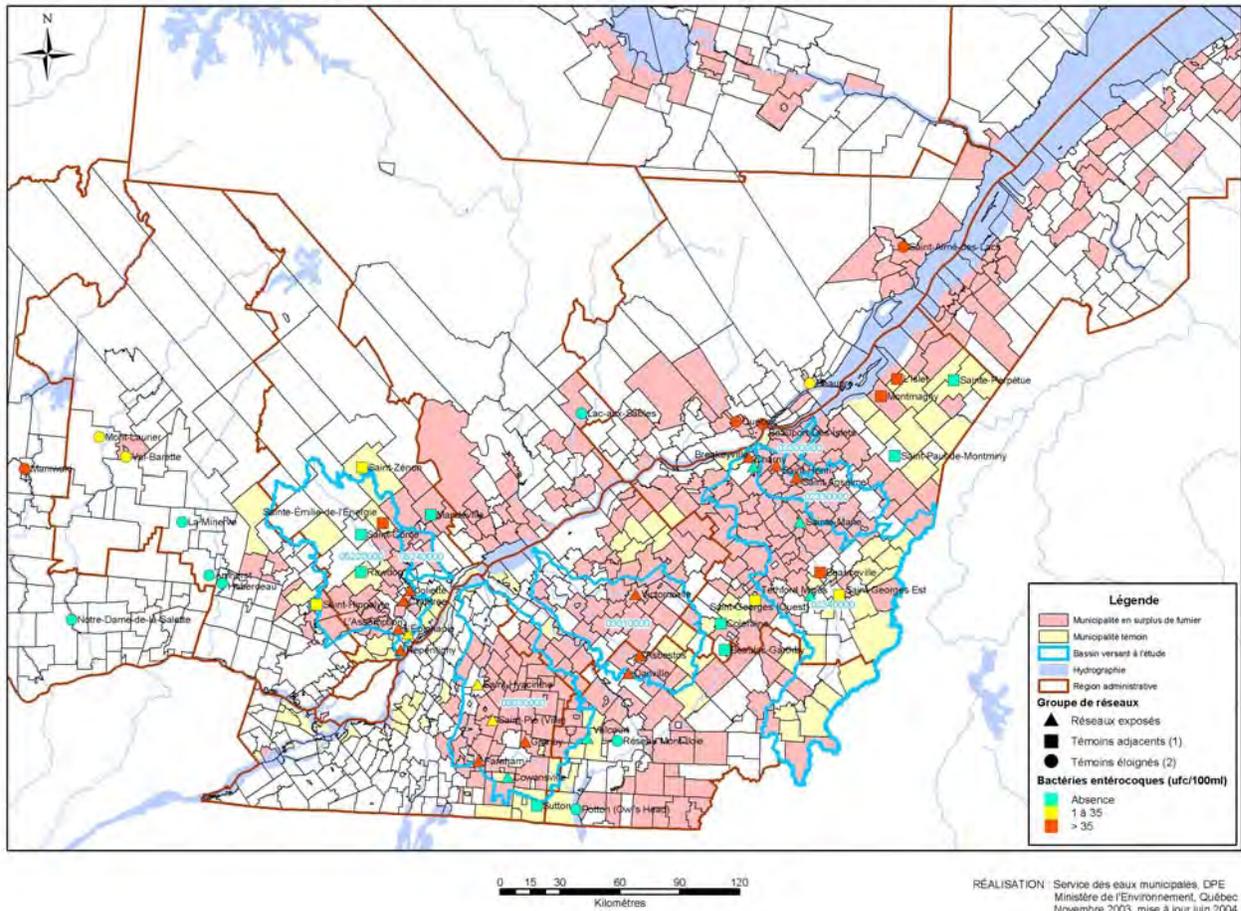


No.12 : Approvisionnements en eau de surface : Bactéries *E. Coli*

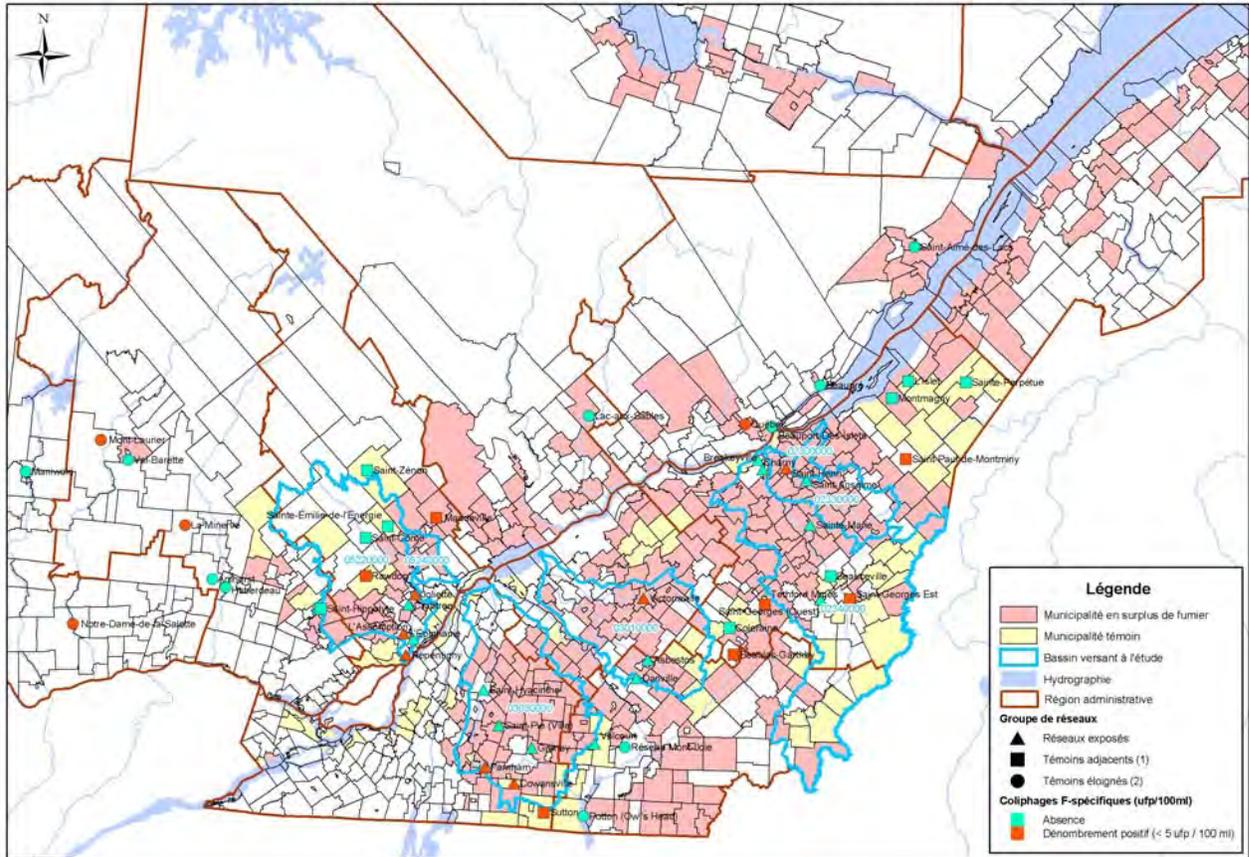


RÉALISATION : Service des eaux municipales, OPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.13 : Approvisionnements en eau de surface : Bactéries entérocoques

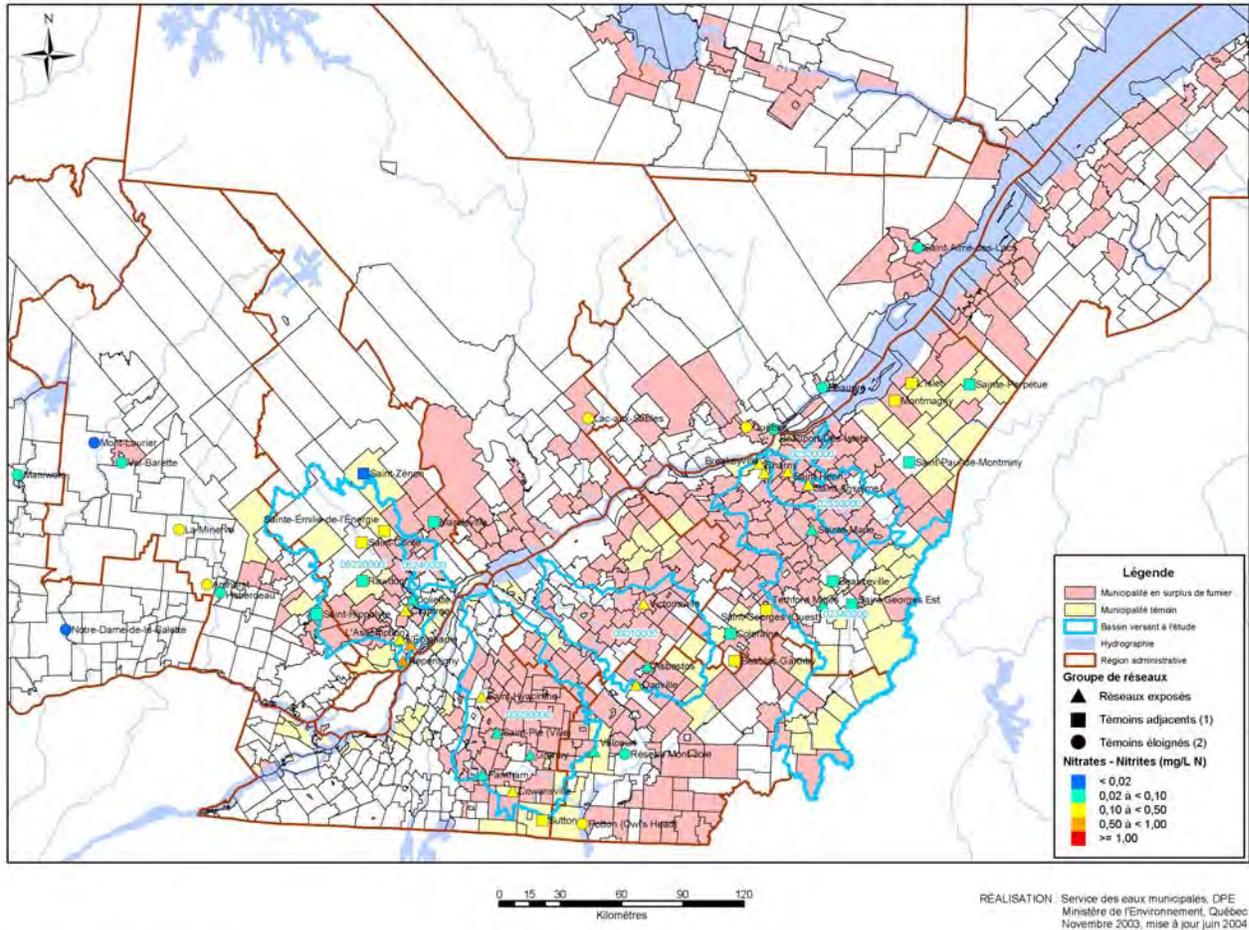


No.14 : Approvisionnements en eau de surface : Virus coliphages F-spécifiques

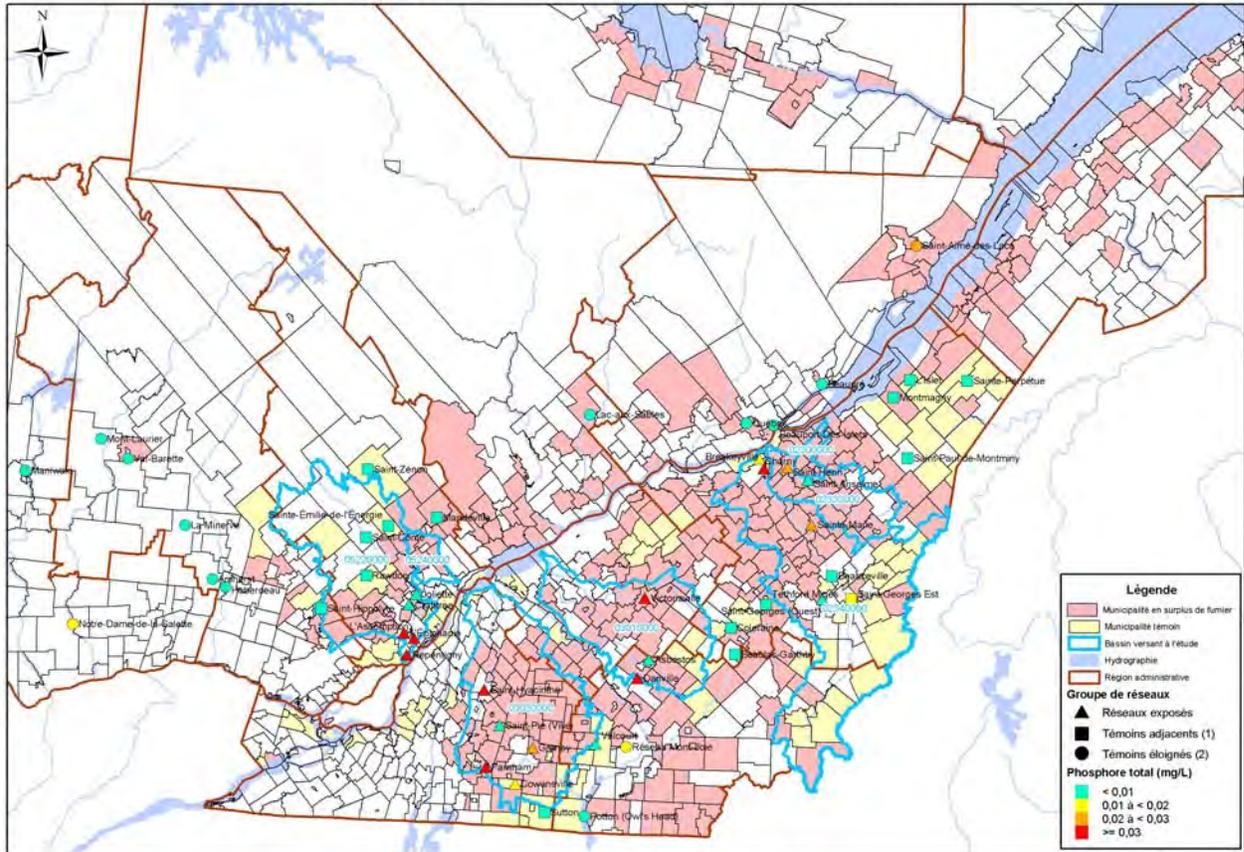


RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.15 : Approvisionnements en eau de surface : Nitrates-Nitrites (NO₃ - NO₂)

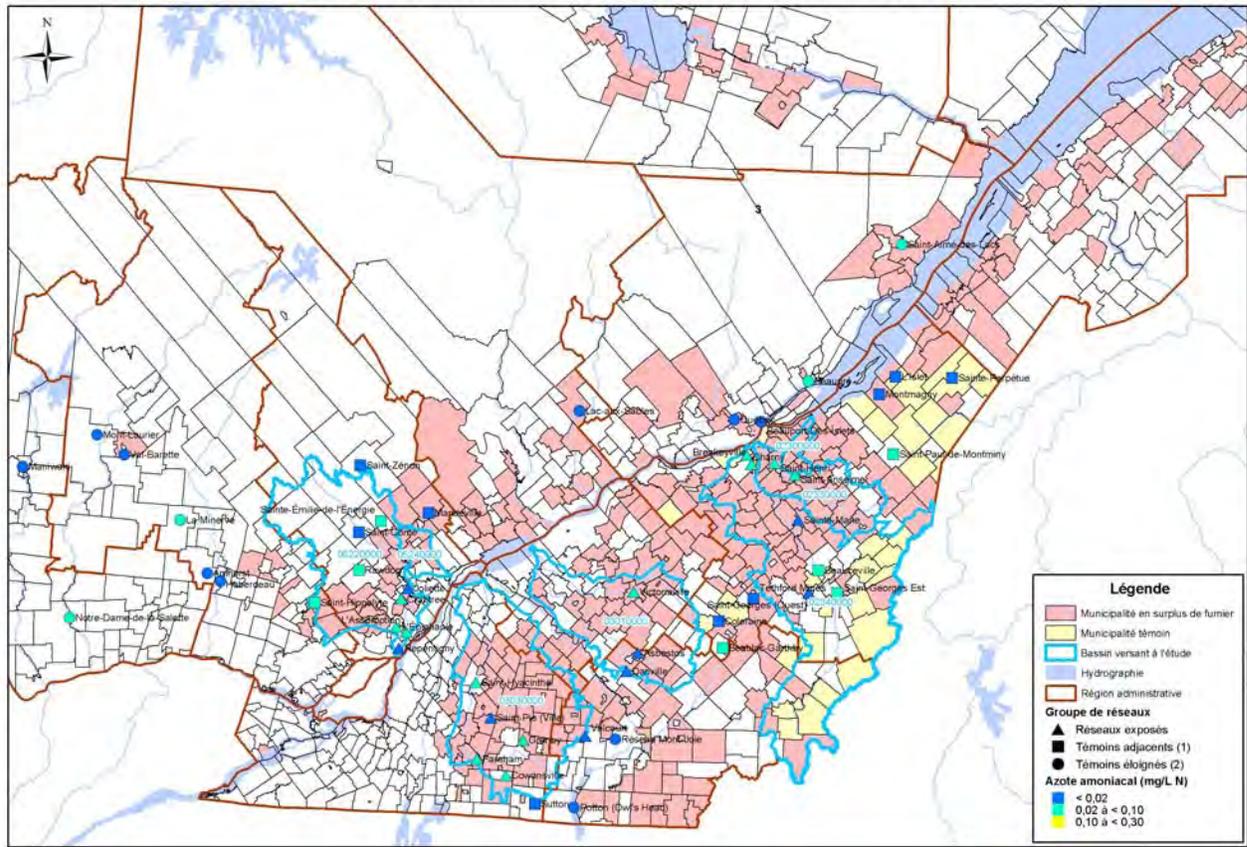


No.16 : Approvisionnements en eau de surface : Phosphore total (P total)



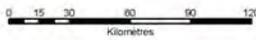
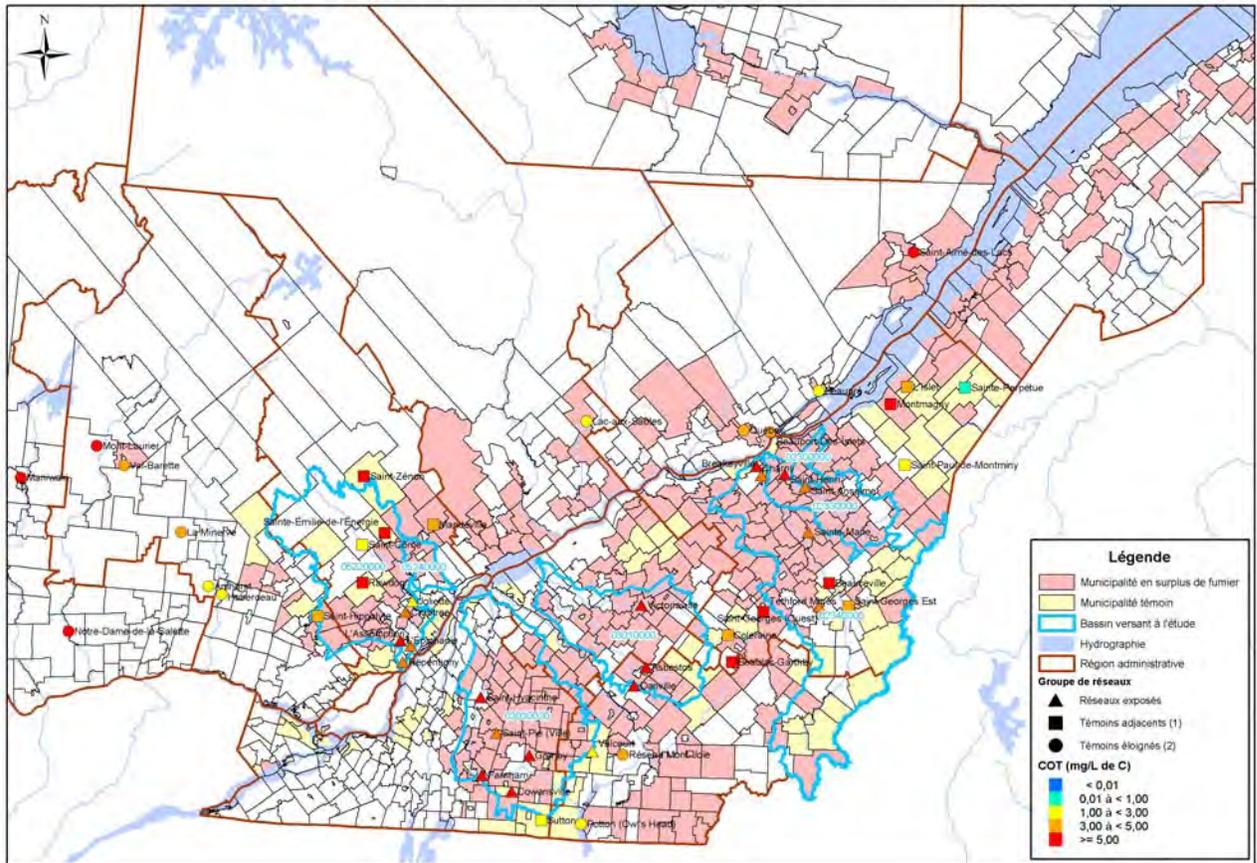
RÉALISATION : Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.17 : Approvisionnements en eau de surface : Azote ammoniacal (NH₃)



RÉALISATION Service des eaux municipales, DPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

No.18 : Approvisionnements en eau de surface : Carbone organique total (COT)



RÉALISATION Service des eaux municipales, CPE
Ministère de l'Environnement, Québec
Novembre 2003, mise à jour juin 2004

ANNEXE II

TROUSSES (4) D'ÉCHANTILLONNAGE ACHEMINÉES AUX EXPLOITANTS

TROUSSE ET PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Étude de caractérisation (volet réseau)

Campagne août 2002

VOUS AVEZ REÇU LA TROUSSE D'ÉCHANTILLONNAGE N° 1 :

Cette trousse contient :

- 2 bouteilles de 250 ml (stériles)** pour l'analyse des *E. coli*, entérocoques et coliphages F- spécifiques;
- 2 bouteilles de 500 ml** pour l'analyse de l'absorbance UV, le carbone organique total (COT) et la turbidité;
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée (H₂SO₄)** pour l'analyse des NO₃-NO₂, NH₃, P total;
- 3 bouteilles de 40 ml en verre** (avec agent de conservation : Na₂S₂O₃) pour l'analyse des trihalométhanes (THM).

LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE (BOUTEILLES ET SITES DE PRÉLÈVEMENT) POUR VOTRE RÉSEAU EST LE SUIVANT :

Note - Prélever les échantillons d'eau conformément au mode habituel de prélèvement prévu pour le contrôle réglementaire. Pour plus d'information se référer au fascicule « Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatif à l'application du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* ». Ce document est disponible sur le site Internet du ministère de l'Environnement (MENV).

Échantillons d'eau brute

Site d'échantillonnage pour les exploitants s'approvisionnant tout particulièrement en eau souterraine (puits de surface ou tubulaire). Plusieurs sources d'approvisionnement sont souvent utilisées. D'une manière générale, vous nous avez indiqué la source d'approvisionnement la plus vulnérable à la contamination agricole ou la plus représentative de la qualité de l'eau brute selon le questionnaire 1 ou 2 que vous avez reçu (voir le questionnaire p. 2). L'échantillonnage de l'eau brute de cette source d'approvisionnement doit être réalisé. Par ailleurs, si vous avez identifié plusieurs sources d'approvisionnement correspondant à ces critères dans le formulaire, vous devez en sélectionner une seule pour l'échantillonnage. Si l'eau provenant de plusieurs sources d'approvisionnement est de même qualité ou si elle présente le même risque de contamination, l'eau brute provenant du mélange de ces différentes sources peut être prélevée (lorsque cela est possible). **Toutefois, il importe de préciser sur le formulaire d'analyse les sites d'échantillonnage que vous avez sélectionnés.**

Prélèvements :

- 2 bouteilles de 250 ml (stériles)
- 1 bouteille de 500 ml
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée
- Mesure sur place : chlore libre (pour s'assurer que le prélèvement est bien effectué à l'eau brute).

Échantillon d'eau filtrée avant la désinfection :

Prélèvement :

- 1 bouteille de 500 ml

Échantillons d'eau (extrémité du réseau) :

Prélèvement :

- 3 bouteilles de 40 ml (avec agent de conservation : mesure sur place : pH, T° et chlore libre).

TROUSSE ET PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE **Étude de caractérisation (volet réseau)** **Campagne août 2002**

VOUS AVEZ REÇU LA TROUSSE D'ÉCHANTILLONNAGE N° 2 :

Cette trousse contient :

- 2 bouteilles de 250 ml (stériles)** pour l'analyse des *E. coli*, entérocoques et coliphages F- spécifiques;
- 1 bouteille de 500 ml** pour l'analyse de l'absorbance UV, le carbone organique total (COT) et la turbidité;
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée (H₂SO₄)** pour l'analyse des NO₃-NO₂, NH₃, P total;
- 3 bouteilles de 40 ml en verre** (avec agent de conservation : Na₂S₂O₃) pour l'analyse des trihalométhanes (THM).

LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE (BOUTEILLES ET SITES DE PRÉLÈVEMENTS) POUR VOTRE RÉSEAU EST LE SUIVANT :

Note - Prélever les échantillons d'eau conformément au mode habituel de prélèvement prévu pour le contrôle réglementaire. Pour plus d'information se référer au fascicule « Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatif à l'Implication du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* ». Ce document est disponible sur le site Internet du ministère de l'Environnement (MENV).

Échantillons d'eau brute :

Pour les exploitants s'approvisionnant tout particulièrement en eau souterraine (puits de surface ou tubulaire), plusieurs sources d'approvisionnement sont souvent utilisées. D'une manière générale, vous nous avez indiqué la source d'approvisionnement la plus vulnérable à la contamination agricole ou la plus représentative de la qualité de l'eau brute selon le questionnaire 1 ou 2 que vous avez reçu (voir le questionnaire p. 2). L'échantillonnage de l'eau brute de cette source d'approvisionnement doit être réalisé. Par ailleurs, si vous avez identifié plusieurs sources d'approvisionnement correspondant à ces critères dans le formulaire, vous devez en sélectionner une seule pour l'échantillonnage. Si l'eau provenant de plusieurs sources d'approvisionnement est de même qualité ou si elle présente le même risque de contamination, l'eau brute provenant du mélange de ces différentes sources peut être prélevée (lorsque cela est possible).

Prélèvements :

- 2 bouteilles de 250 ml (stériles)
- 1 bouteille de 500 ml
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée

Mesure sur place : chlore libre (pour s'assurer que le prélèvement est bien effectué à l'eau brute).

Échantillons d'eau (extrémité du réseau) :

Prélèvements :

- 3 bouteilles de 40 ml (avec agent de conservation : mesure sur place : pH, T° et chlore libre).

TROUSSE ET PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Étude de caractérisation (volet réseau)

Campagne août 2002

VOUS AVEZ REÇU LA TROUSSE D'ÉCHANTILLONNAGE N° 3 :

Cette trousse contient :

2 bouteilles de 250 ml (stériles) pour l'analyse des *E. coli*, entérocoques et coliphages F- spécifiques;

1 bouteille de 500 ml pour l'analyse de l'absorbance UV, le carbone organique total (COT);

1 bouteille de 125 ml acidifiée (H₂SO₄) pour l'analyse des NO₃-NO₂, NH₃, P total;

3 bouteilles de 40 ml en verre (avec agent de conservation : Na₂S₂O₃) pour l'analyse des trihalométhanes (THM).

LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE (BOUTEILLES ET SITES DE PRÉLÈVEMENTS) POUR VOTRE RÉSEAU EST LE SUIVANT :

Note - Prélever les échantillons d'eau conformément au mode habituel de prélèvement prévu pour le contrôle réglementaire. Pour plus d'information se référer au fascicule « Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatif à l'application du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* ». Ce document est disponible sur le site Internet du ministère de l'Environnement (MENV).

Échantillons d'eau brute :

Pour les exploitants s'approvisionnant tout particulièrement en eau souterraine (puits de surface ou tubulaire), plusieurs sources d'approvisionnement sont souvent utilisées. D'une manière générale, vous nous avez indiqué la source d'approvisionnement la plus vulnérable à la contamination agricole ou la plus représentative de la qualité de l'eau brute selon le questionnaire 1 ou 2 que vous avez reçu (voir le questionnaire p. 2). L'échantillonnage de l'eau brute de cette source d'approvisionnement doit être réalisé. Par ailleurs, si vous avez identifié plusieurs sources d'approvisionnement correspondant à ces critères dans le formulaire, vous devez en sélectionner une seule pour l'échantillonnage. Si l'eau provenant de plusieurs sources d'approvisionnement est de même qualité ou si elle présente le même risque de contamination, l'eau brute provenant du mélange de ces différentes sources peut être prélevée (lorsque cela est possible).

Prélèvements :

2 bouteilles de 250 ml (stériles)

1 bouteille de 500 ml

1 bouteille de 125 ml acidifiée

Mesure sur place : Chlore libre (pour s'assurer que le prélèvement est bien effectué à l'eau brute).

Échantillons d'eau (extrémité du réseau)

Prélèvements :

3 bouteilles de 40 ml (avec agent de conservation : mesure sur place : pH, T° et chlore libre).

TROUSSE ET PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE **Étude de caractérisation (volet réseau)** **Campagne août 2002**

VOUS AVEZ RECU LA TROUSSE D'ÉCHANTILLONNAGE N° 4 :

Cette trousse contient :

- 1 bouteille de 250 ml (stérile)** pour l'analyse des *E. coli* et entérocoques;
- 1 bouteille de 1 litre (stérile)** pour les coliphages F-spécifiques (présence/absence);
- 1 bouteille de 500 ml** pour l'analyse de l'absorbance UV et le carbone organique total (COT);
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée (H₂SO₄)** pour l'analyse des NO₃-NO₂, NH₃, P total.

LE PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE (BOUTEILLES ET SITES DE PRÉLÈVEMENTS) POUR VOTRE RÉSEAU EST LE SUIVANT :

Note - Prélever les échantillons d'eau conformément au mode habituel de prélèvement prévu pour le contrôle réglementaire. Pour plus d'information se référer au fascicule « Mode de prélèvement et de conservation des échantillons relatif à l'application du *Règlement sur la qualité de l'eau potable* ». Ce document est disponible sur le site Internet du ministère de l'Environnement (MENV).

Échantillons d'eau brute :

Pour les exploitants s'approvisionnant tout particulièrement en eau souterraine (puits de surface ou tubulaire) plusieurs sources d'approvisionnement sont souvent utilisées. D'une manière générale, vous nous avez indiqué la source d'approvisionnement la plus vulnérable à la contamination agricole ou la plus représentative de la qualité de l'eau brute selon le questionnaire 1 ou 2 que vous avez reçu (voir le questionnaire p. 2). L'échantillonnage de l'eau brute de cette source d'approvisionnement doit être réalisé. Par ailleurs, si vous avez identifié plusieurs sources d'approvisionnement correspondant à ces critères dans le formulaire, vous devez en sélectionner une seule pour l'échantillonnage. Si l'eau provenant de plusieurs sources d'approvisionnement est de même qualité ou si elle présente le même risque de contamination, l'eau brute provenant du mélange de ces différentes sources peut être prélevée (lorsque cela est possible).

Prélèvements :

- 1 bouteille de 250 ml (stérile)
- 1 bouteille de 1 litre (stérile)
- 1 bouteille de 500 ml
- 1 bouteille de 125 ml acidifiée

Mesure sur place : chlore libre (pour s'assurer que le prélèvement est bien effectué à l'eau brute).

ANNEXE III

QUESTIONNAIRES (N^{OS} 1 ET 2) ACHEMINÉS AUX EXPLOITANTS

Qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé

Étude de la contamination de l'eau distribuée dans les réseaux d'eau potable du territoire :
Volet information sur les stations de production d'eau potable

Questionnaire n^o : 1

Section 1 : Informations générales

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nom de la municipalité | |
| Numéro du réseau | |
| Adresse | |
| Nom et titre du responsable | |
| Téléphone | |
| Télécopieur | |
| Courriel | |
| Date où le questionnaire a été rempli | |

Section 2 : Type d'approvisionnement, de traitement et de désinfection

| | | | |
|---|---|--|--------------------------------|
| Type d'approvisionnement (noircir la case) | Eau de surface <input type="checkbox"/> | Eau souterraine <input type="checkbox"/> | Mixte <input type="checkbox"/> |
| | Remplir section 2.1 | Remplir section 2.2 | Remplir 2.1 et 2.2 |

Section 2.1 : Approvisionnement en eau de surface

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Nombre de sources d'eau de surface | | | |
| Nommer la (les) source(s) d'eau brute (lac, rivière, etc.) | 1 : | 2 : | 3 : |
| Année de mise en service | | | |
| Population desservie (nombre d'habitants) | | | |

Traitement en eau de surface (O=oui, N=non)

| | | | |
|---|--|--|--|
| Traitement complet (coagulation, décantation, filtration, désinfection) | | | |
| Chloration seulement | | | |
| Sans traitement ni chloration | | | |
| Autres traitements (ajustement de pH, membrane, filtration sans coagulant, etc.) | | | |
| Est-ce qu'il y a un robinet d'échantillonnage à l'eau brute? | | | |

Réservoir et désinfection (O=oui, N=non)

| | | | |
|--|--|--|--|
| Est-ce qu'il y a un réservoir avant la distribution? | | | |
| Le chlore est-il ajouté à la sortie ou à l'entrée du réservoir (S ou E)? | | | |
| Si traitement complet, est facile d'échantillonner avant l'ajout de chlore? | | | |

Section 2.2 : Approvisionnement en eau souterraine

| | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|----|
| <i>Type de captage</i> - Voir les définitions à la fin du questionnaire - Indiquer aussi le nombre de puits pour chaque type - Si vous avez plus de 10 puits, photocopier la présente feuille pour les autres | Puits tubulaire | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Pointes filtrantes | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Puits rayonnant | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Puits de surface | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Source à bassin unique (résurgence) | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Drains horizontaux | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| Population desservie | | | | | | | | | | |
| Entourez le puits que vous jugez le plus vulnérable à la pollution agricole | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Est-il facile d'échantillonner l'eau brute (O=ooui, N=non)? | | | | | | | | | | |
| Est-ce qu'il y a un traitement (autre que la désinfection) (O=ooui, N=non)? | | | | | | | | | | |
| Traitement en eau souterraine (O=ooui, N=non) | | | | | | | | | | |
| Enlèvement du fer et du manganèse | | | | | | | | | | |
| Adoucissement | | | | | | | | | | |
| Enlèvement des nitrates | | | | | | | | | | |
| Autre | | | | | | | | | | |
| Réservoir et désinfection | | | | | | | | | | |
| Est-ce qu'il y a un réservoir avant la distribution (numérotez les réservoirs en y associant les puits correspondants, faire un croquis au verso au besoin)? | | | | | | | | | | |
| Le chlore est-il ajouté à la sortie ou à l'entrée du réservoir (S ou E)? | | | | | | | | | | |
| Est facile d'échantillonner avant l'ajout de chlore (O=ooui, N=non)? | | | | | | | | | | |

- Puits tubulaire** Puits à tubage, creusé par une foreuse, dont le diamètre est supérieur à 8 cm mais généralement inférieur à 25 cm. Avec ou sans crépine, utilisant une pompe submersible.
- Pointes filtrantes** Puits à tubage doté d'une crépine, de faible diamètre (< 8 cm) dont l'équipement de pompage demeure en surface.
- Puits rayonnant** Variante du puits tubulaire dans lequel les crépines sont disposées horizontalement dans les couches aquifères et rayonnent à partir d'un puits collecteur central. Très grand diamètre atteignant plusieurs mètres.
- Puits de surface** Puits à large diamètre (> 60 cm), creusé à faible profondeur dans un terrain où la nappe phréatique est près de la surface.
- Source à bassin unique (résurgence)** Émergence naturelle de l'eau souterraine en un point de la surface du sol et emmagasinée dans un seul réservoir.
- Drains horizontaux** Émergence naturelle de l'eau souterraine interceptée à l'aide de drains horizontaux.

Qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé

Étude de la contamination de l'eau distribuée dans les réseaux d'eau potable du territoire :
Volet information sur les stations de production d'eau potable

Questionnaire n^o : 2

Section 1 : Informations générales

| | |
|---------------------------------------|--|
| Nom de la municipalité | |
| Numéro du réseau | |
| Adresse | |
| Nom et titre du responsable | |
| Téléphone | |
| Télécopieur | |
| Courriel | |
| Date où le questionnaire a été rempli | |

Section 2 : Type d'approvisionnement, de traitement et de désinfection

| | | | |
|---|---|--|--------------------------------|
| Type d'approvisionnement (noircir la case) | Eau de surface <input type="checkbox"/> | Eau souterraine <input type="checkbox"/> | Mixte <input type="checkbox"/> |
| | Remplir section 2.1 | Remplir section 2.2 | Remplir 2.1 et 2.2 |

Section 2.1 : Approvisionnement en eau de surface

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| Nombre de sources d'eau de surface | | | |
| Nommer la (les) source(s) d'eau brute (lac, rivière, etc.) | 1 : | 2 : | 3 : |
| Année de mise en service | | | |
| Population desservie (nombre d'habitants) | | | |

Traitement en eau de surface (O=oui, N=non)

| | | | |
|---|--|--|--|
| Traitement complet (coagulation, décantation, filtration, désinfection) | | | |
| Chloration seulement | | | |
| Sans traitement ni chloration | | | |
| Autres traitements (ajustement de pH, membrane, filtration sans coagulant, etc.) | | | |
| Est-ce qu'il y a un robinet d'échantillonnage à l'eau brute? | | | |

Réservoir et désinfection (O=oui, N=non)

| | | | |
|--|--|--|--|
| Est-ce qu'il y a un réservoir avant la distribution? | | | |
| Le chlore est-il ajouté à la sortie ou à l'entrée du réservoir (S ou E)? | | | |
| Si traitement complet, est facile d'échantillonner avant l'ajout de chlore? | | | |

Section 2.2 : Approvisionnement en eau souterraine

| | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|--------------------------|----------|---|---|---|---|---|---|----|
| <i>Type de captage</i> - Voir les définitions à la fin du questionnaire - Indiquer aussi le nombre de puits pour chaque type - Si vous avez plus de 10 puits, photocopier la présente feuille pour les autres | Puits tubulaire | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Pointes filtrantes | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Puits rayonnant | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Puits de surface | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Source à bassin unique (résurgence) | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| | Drains horizontaux | <input type="checkbox"/> | Nombre : | | | | | | | |
| Population desservie | | | | | | | | | | |
| Entourez le puits que vous jugez le plus représentatif | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Est facile d'échantillonner l'eau brute (O=oui, N=non)? | | | | | | | | | | |
| Est-ce qu'il y a un traitement (autre que la désinfection) (O=oui, N=non)? | | | | | | | | | | |
| Traitement en eau souterraine (O=oui, N=non) | | | | | | | | | | |
| Enlèvement du fer et du manganèse | | | | | | | | | | |
| Adoucissement | | | | | | | | | | |
| Enlèvement des nitrates | | | | | | | | | | |
| Autre | | | | | | | | | | |
| Réservoir et désinfection | | | | | | | | | | |
| Est-ce qu'il y a un réservoir avant la distribution (numérotez les réservoirs en y associant les puits correspondants, faire un croquis au verso au besoin)? | | | | | | | | | | |
| Le chlore est-il ajouté à la sortie ou à l'entrée du réservoir (S ou E)? | | | | | | | | | | |
| Est facile d'échantillonner avant l'ajout de chlore (O=oui, N=non)? | | | | | | | | | | |

- Puits tubulaire** Puits à tubage, creusé par une foreuse, dont le diamètre est supérieur à 8 cm mais généralement inférieur à 25 cm. Avec ou sans crépine, utilisant une pompe submersible.
- Pointes filtrantes** Puits à tubage doté d'une crépine, de faible diamètre (< 8 cm) dont l'équipement de pompage demeure en surface.
- Puits rayonnant** Variante du puits tubulaire dans lequel les crépines sont disposées horizontalement dans les couches aquifères et rayonnent à partir d'un puits collecteur central. Très grand diamètre atteignant plusieurs mètres.
- Puits de surface** Puits à large diamètre (> 60 cm), creusé à faible profondeur dans un terrain où la nappe phréatique est près de la surface.
- Source à bassin unique (résurgence)** Émergence naturelle de l'eau souterraine en un point de la surface du sol et emmagasinée dans un seul réservoir.
- Drains horizontaux** Émergence naturelle de l'eau souterraine interceptée à l'aide de drains horizontaux.

Précisions sur la sélection des sources d'approvisionnement par les exploitants

Le questionnaire complété par les exploitants servait, entre autres, à sélectionner la source d'approvisionnement à échantillonner puisque les réseaux alimentés en eau souterraine peuvent s'approvisionner à partir de plus d'un puits. Compte tenu des contraintes budgétaires, un seul puits par réseau pouvait généralement être échantillonné.

En complétant le questionnaire, l'exploitant d'un réseau témoin devait identifier et choisir pour le prélèvement le puits le plus représentatif (car il y a absence d'activités agricoles intensives), tandis que l'exploitant d'un réseau exposé devait identifier et choisir pour le prélèvement le puits le plus vulnérable à la pollution agricole (puisque nous sommes dans une zone d'activités agricoles intensives).

Par ailleurs, à cause des critères de sélection des réseaux témoins, des puits peuvent être soumis à des activités agricoles non intensives. Ainsi, pour s'assurer que le choix du lieu d'échantillonnage par les exploitants ne soit pas influencé par la question qui leur était posée, nous avons contacté tous les exploitants des réseaux témoins en eau souterraine qui avaient à choisir parmi plusieurs puits. Au total, les exploitants de 25 réseaux répondaient à ces critères. Nous leur avons demandé si leur choix aurait été le même s'il avait eu à sélectionner le puits le plus vulnérable à la contamination agricole (question identique pour les réseaux exposés). La très grande majorité a répondu dans l'affirmative. Trois seulement ont indiqué la présence d'activités agricoles à proximité. Dans ces cas, les puits étaient près les uns des autres et les exploitants ont estimé que leur vulnérabilité était comparable. Nous savons maintenant que les questionnaires remplis par les exploitants n'ont pas introduit à cet égard de biais ayant pu influencer l'interprétation des résultats.

ANNEXE IV

LISTES (6) DE RÉSEAUX AYANT PARTICIPÉ À L'ÉTUDE SELON LES GROUPES ÉTUDIÉS

Liste 1 Réseaux (municipaux) exposés, alimentés en eau souterraine, situés dans les sept bassins versants

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|---|------------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 3 | 318461732 701 | SCOTT | Scott | 26048 | 12 | 450 | PTU |
| 1 | 1 | 199554423 791 | Régie intermunicipale Lotbinière centre | Saint-Flavien | 33052 | 12 | 940 | PTU |
| 1 | 3 | 134330574 701 | PRINCEVILLE | Princeville | 32033 | 17 | 4130 | SDH |
| 1 | 4 | 134246192 701 | SAINT-LIGUORI | Saint-Liguori | 63065 | 14 | 620 | PTU |
| 1 | 3 | 134283472 701 | SAINT-LAZARE | Saint-Lazare-de-Bellechasse | 19050 | 12 | 750 | PTU |
| 1 | 4 | 276386422 701 | VALLÉE-JONCTION | Vallée-Jonction | 26015 | 12 | 1500 | PTU |
| 1 | 4 | 151936182 701 | DURHAM SUD | Durham Sud | 49015 | 17 | 600 | PTU |
| 1 | 3 | 318335515 701 | SAINT-CHARLES-DE-BELLECHASSE | Saint-Charles-de-Bellechasse | 19097 | 12 | 1535 | SDH |
| 1 | 3 | 134318042 701 | SAINTE-SOPHIE-D'HALIFAX | Sainte-Sophie-d'Halifax | 32023 | 17 | 107 | PTU |
| 1 | 3 | 134282975 701 | HONFLEUR | Honfleur | 19070 | 12 | 300 | PTU |
| 1 | 3 | 134248335 701 | SAINT-ESPRIT | Saint-Esprit | 63030 | 14 | 1210 | PTU |
| 1 | 3 | 134270182 701 | UPTON | Upton | 48038 | 16 | 930 | PTU |
| 1 | 3 | 134266065 701 | SAINT-ROCH-DE-L'ACHIGAN | Saint-Roch-de-l'Achigan | 63035 | 14 | 2000 | PTU |
| 1 | 3 | 134364234 701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 26040 | 12 | 800 | PTU |
| 1 | 3 | 134363992 701 | SAINTE-MARGUERITE | Sainte-Marguerite | 26035 | 12 | 291 | PTU |
| 1 | 3 | 134364234 701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 26040 | 12 | 800 | SDH |
| 1 | 3 | 134283705 701 | WICKHAM | Wickham | 49040 | 17 | 700 | PTU |
| 1 | 3 | 134270674 701 | SAINT-LIBOIRE | Saint-Liboire | 54072 | 16 | 1575 | PTU |
| 1 | 3 | 134373714 701 | SAINT-FRÉDÉRIC | Saint-Frédéric | 27065 | 12 | 875 | SBU |
| 1 | 4 | 134335942 701 | WOTTON | Wotton | 40017 | 5 | 700 | PTU |
| 1 | 3 | 110058572 701 | SAINT-ANSELME PAROISSE | Saint-Anselme | 19062 | 12 | 462 | PTU |

Liste 1 Réseaux (municipaux) exposés, alimentés en eau souterraine, situés dans les sept bassins versants (suite)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 3 | 134280994 701 | SAINT-GERVAIS | Saint-Gervais | 19075 | 12 | 1350 | SDH |
| 1 | 3 | 134279684 701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 19090 | 12 | 541 | PTU |
| 1 | 3 | 315432834 701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 39062 | 17 | 27010 | PRA |
| 1 | 3 | 134279684 701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 19090 | 12 | 541 | SDH |
| 1 | 4 | 134372312 701 | AUBERT-GALLION | Aubert-Gallion | 29073 | 12 | 480 | PTU |
| 1 | 4 | 134373552 701 | SAINT-JULES | Saint-Jules | 27055 | 12 | 198 | PTU |
| 1 | 3 | 134310104 701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 19110 | 12 | 800 | PTU |
| 1 | 3 | 134310104 701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 19110 | 12 | 800 | SDH |
| 1 | 3 | 318461164 701 | SAINT-GERMAIN-DE-GRANTHAM | Saint-Germain-de-Grantham | 49048 | 17 | 2501 | PTU |
| 1 | 3 | 134329192 701 | WARWICK | Warwick | 39077 | 17 | 5050 | PRA |
| 1 | 4 | 134356722 701 | SAINT-ODILON-DE-CRANBOURNE | Saint-Odilon-de-Cranbourne | 27035 | 12 | 850 | PTU |
| 1 | 3 | 137862234 701 | SAINT-AMBROISE-DE-KILDARE | Saint-Ambroise-de-Kildare | 61040 | 14 | 1000 | PTU |
| 1 | 3 | 165229062 701 | SAINTE-HÉLÈNE-DE-BAGOT | Sainte-Hélène-de-Bagot | 54095 | 16 | 1025 | PTU |
| 1 | 3 | 905249505 701 | SAINT-FÉLIX-DE-VALOIS | Saint-Félix-de-Valois | 62007 | 14 | 4270 | PTU |
| 1 | 3 | 900115295 702 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 50042 | 17 | 186 | PTU |
| 1 | 3 | 120623782 701 | SAINT-CÉSAIRE | Saint-Césaire | 55023 | 16 | 2710 | PTU |
| 1 | 3 | 166430175 701 | SAINTE-CLAIRE | Sainte-Claire | 19055 | 12 | 2500 | PTU |
| 1 | 3 | 169757734 701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 26030 | 12 | 9000 | PTU |
| 1 | 3 | 134338345 701 | SAINTE-CLOTILDE-DE-HORTON | Sainte-Clotilde-de-Horton | 39117 | 17 | 329 | PTU |
| 1 | 3 | 900115295 701 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 50042 | 17 | 1080 | PTU |
| 1 | 3 | 134262344 701 | SAINT-DOMINIQUE | Saint-Dominique | 54060 | 16 | 1500 | PTU |
| 1 | 4 | 234521622 701 | SAINT-PATRICE-DE-BEAURIVAGE | Saint-Patrice-de-Beaurivage | 33025 | 12 | 780 | PTU |

Liste 1 Réseaux (municipaux) exposés, alimentés en eau souterraine, situés dans les sept bassins versants (suite)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|---------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 1 | 4 | 178580512 701 | SAINT-AGAPIT | Saint-Agapit | 33045 | 12 | 2000 | PTU |
| 1 | 3 | 134288755 701 | ROUGEMONT | Rougemont | 55037 | 16 | 2050 | PTU |
| 1 | 3 | 134317622 701 | BERNIERVILLE | Saint-Ferdinand | 32013 | 17 | 1800 | SDH |
| 1 | 3 | 134317885 701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 50050 | 17 | 540 | PTU |
| 1 | 3 | 134267212 702 | SAINTE-MÉLANIE (CARILLON) | Sainte-Mélanie | 61050 | 14 | 145 | PTU |
| 1 | 3 | 134382962 701 | SAINTE-ÉPHEM-DE-BEAUCE | Saint-Éphrem-de-Beauce | 29112 | 12 | 1500 | PTU |

Liste 2 Réseaux (municipaux) témoins, alimentés en eau souterraine, situés dans les sept bassins versants et les régions administratives : Estrie (05), Chaudière-Appalaches (12), Lanaudière (16) et Centre-du-Québec (17)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 2 | 4 | 134361912 701 | FRONTENAC | Frontenac | 30025 | 5 | 325 | PTU |
| 2 | 4 | 318452332 703 | VAUDREUIL (Domaine En Haut) | Vaudreuil-Dorion | 71083 | 16 | 112 | PTU |
| 2 | 4 | 134306572 701 | TOURVILLE | Tourville | 17035 | 12 | 650 | PTU |
| 2 | 4 | 318458374 703 | Puits Village Saint-Nicolas | Lévis | 24020 | 12 | 1050 | PTU |
| 2 | 3 | 120169112 701 | WATERLOO | Waterloo | 47025 | 16 | 4600 | PTU |
| 2 | 3 | 120169112 701 | WATERLOO | Waterloo | 47025 | 16 | 4600 | PSU |
| 2 | 4 | 134247182 701 | SUTTON | Sutton | 46060 | 16 | 6000 | PTU |
| 2 | 4 | 134256572 701 | RACINE | Racine | 42032 | 5 | 336 | PTU |
| 2 | 3 | 134314572 701 | MANSEAU | Manseau | 38028 | 17 | 610 | SDH |
| 2 | 3 | 134360352 701 | AUDET | Audet | 30055 | 5 | 360 | PTU |
| 2 | 3 | 134293864 701 | SAINT-FABIEN-DE-PANET | Saint-Fabien-de-Panet | 18015 | 12 | 600 | PTU |
| 2 | 3 | 134261352 701 | LANORAIE | Lanoraie | 52017 | 14 | 2700 | PTU |
| 2 | 4 | 134292462 701 | NOTRE-DAME-DU-ROSAIRE | Notre-Dame-du-Rosaire | 18040 | 12 | 400 | PTU |
| 2 | 4 | 134249652 703 | L'ENGOULEVENT | Rawdon | 62037 | 14 | 74 | PTU |
| 2 | 3 | 134310022 701 | HAM-NORD | Ham-Nord | 39010 | 17 | 561 | PTU |
| 2 | 3 | 134248744 702 | AQUEDUC KILDARE | Rawdon | 62037 | 14 | 348 | PTU |
| 2 | 4 | 134343032 701 | HUDSON | Hudson | 71100 | 16 | 5100 | PTU |
| 2 | 3 | 134370664 701 | SAINTE-AURÉLIE | Sainte-Aurélie | 28015 | 12 | 800 | PTU |
| 2 | 3 | nd | SAINT-ANTOINE réseau CARMEN | Lavaltrie | 52007 | 14 | 956 | PTU |
| 2 | 4 | 134378272 701 | SAINT-JEAN-DE-LA-LANDE | Saint-Jean-de-la-Lande | 29090 | 12 | 445 | PTU |
| 2 | 3 | 134360844 701 | MELOCHEVILLE | Beauharnois | 70060 | 16 | 1980 | PTU |

Caractérisation des sources municipales d'approvisionnement en eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier

Liste 2 Réseaux (municipaux) témoins, alimentés en eau souterraine, situés dans les sept bassins versants et les régions administratives : Estrie (05), Chaudière-Appalaches (12), Lanaudière (16) et Centre-du-Québec (17) (suite)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 2 | 3 | 134291702 701 | SAINT-PROSPER | Saint-Prosper | 28020 | 12 | 2800 | PTU |
| 2 | 4 | 149023162 701 | SAINT-THÉOPHILE | Saint-Théophile | 29005 | 12 | 600 | PTU |
| 2 | 3 | 318454312 702 | SAINT-CÔME-LINIÈRE-MORIN | Saint-Côme-Linière | 29057 | 12 | 800 | PTU |
| 2 | 3 | 134289173 701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 24020 | 12 | 2500 | PTU |
| 2 | 3 | 318458374 702 | PARC ÉRABLIÈRE (Saint-Nicolas) | Lévis | 24020 | 12 | 585 | PTU |
| 2 | 4 | 134382212 701 | NOTRE-DAME-DES-PINS | Notre-Dame-des-Pins | 29120 | 12 | 650 | PTU |
| 2 | 4 | 134314322 701 | COLERAINE | Saint-Joseph-de-Coleraïne | 31045 | 12 | 1800 | PTU |

Liste 4 Réseaux (municipaux) exposés, alimentés en eau de surface, situés dans les sept bassins versants

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 4 | 1 | 120219523 701 | DANVILLE | Danville | 40047 | 5 | 2400 | RIV |
| 4 | 1 | 119798955 701 | COWANSVILLE | Cowansville | 46080 | 16 | 12010 | LAC |
| 4 | 1 | 155900863 701 | SAINT-HENRI | Saint-Henri | 24005 | 12 | 2500 | RIV |
| 4 | 1 | 116223543 701 | ASBESTOS | Asbestos | 40043 | 5 | 6700 | RIV |
| 4 | 1 | 134366053 701 | SAINT-ANSELME (VIL.) | Saint-Anselme | 19062 | 12 | 2500 | RIV |
| 4 | 1 | 116278173 701 | FARNHAM | Farham | 46112 | 16 | 6088 | RIV |
| 4 | 1 | 114306003 701 | REPENTIGNY | Repentigny | 60015 | 14 | 56555 | RIV |
| 4 | 1 | 134265563 701 | L'ÉPIPHANIE (Ville) | L'Épiphanie | 60040 | 14 | 3954 | RIV |
| 4 | 2 | 287209444 702 | SAINT-GEORGES (OUEST) | Saint-Georges Ouest | 29075 | 12 | 6300 | LAC |
| 4 | 1 | 315432833 701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 39062 | 17 | 27010 | RIV |
| 4 | 2 | 134255824 701 | VALCOURT | Valcourt | 42060 | 5 | 3450 | LAC |
| 4 | 1 | 134291543 701 | CHARNY | Lévis | 24020 | 12 | 31164 | RIV |
| 4 | 1 | 134308223 701 | GRANBY | Granby | 47015 | 16 | 43500 | RIV |
| 4 | 1 | 134261683 701 | CRABTREE | Crabtree | 61013 | 14 | 2273 | RIV |
| 4 | 2 | 134269114 701 | SAINT-PIE (VILLE) | Saint-Pie | 54005 | 16 | 3432 | LAC |
| 4 | 1 | 134289173 701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 24020 | 12 | 2500 | RIV |
| 4 | 1 | 169757733 701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 26030 | 12 | 9000 | RIV |
| 4 | 1 | 151935193 701 | SAINT-HYACINTHE | Saint-Hyacinthe | 54045 | 16 | 39350 | RIV |
| 4 | 1 | 134263253 701 | L'ASSOMPTION | L'Assomption | 60028 | 14 | 12000 | RIV |
| 4 | 1 | 113178563 701 | JOLIETTE | Joliette | 61025 | 14 | 18308 | RIV |

Liste 5 Réseaux (municipaux), alimentés en eau de surface, situés dans les sept bassins versants et les régions administratives : Chaudière-Appalaches (12), Lanaudière (14), Laurentides (15), Montérégie (16) et Centre-du-Québec (17)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 5 | 1 | 134297333 701 | L'ISLET | L'Islet | 17078 | 12 | 2943 | RIV |
| 5 | 2 | 134292954 701 | SAINT-PAUL-DE-MONTMINY | Saint-Paul-de-Montminy | 18030 | 12 | 800 | RIV |
| 5 | 2 | 134249654 701 | RAWDON | Rawdon | 62037 | 14 | 5100 | LAC |
| 5 | 2 | 134264404 701 | MANDEVILLE | Mandeville | 52095 | 14 | 1050 | LAC |
| 5 | 1 | 134246765 701 | SUTTON | Canton de Sutton | 46055 | 16 | 1500 | LAC |
| 5 | 2 | 134272574 701 | SAINT-HIPPOLYTE | Saint-Hippolyte | 75045 | 15 | 196 | LAC |
| 5 | 1 | 117456843 701 | BEAUCEVILLE | Beauceville | 27028 | 12 | 5220 | RIV |
| 5 | 1 | 287209443 701 | SAINT-GEORGES EST | Saint-Georges Est | 29075 | 12 | 13157 | RIV |
| 5 | 2 | 134268874 701 | SAINT-CÔME | Saint-Come | 62065 | 14 | 900 | LAC |
| 5 | 1 | 134265495 701 | SAINT-ZÉNON | Saint-Zénon | 62080 | 14 | 1149 | LAC |
| 5 | 2 | 134319374 701 | BEAULAC-GARTHBY | Beaulac-Garthby | 31008 | 12 | 380 | LAC |
| 5 | 1 | 116857403 701 | MONTMAGNY | Montmagny | 18050 | 12 | 10000 | RIV |
| 5 | 2 | 134314324 701 | COLERAINÉ | Saint-Joseph-de-Coleraine | 31045 | 12 | 1800 | LAC |
| 5 | 2 | 318459284 701 | THETFORD MINES | Thetford Mines | 31084 | 12 | 19272 | LAC |
| 5 | 2 | 134307724 701 | SAINTE-ÉMÉLIE-DE-L'ÉNERGIE | Sainte-Émélie-de-l'Énergie | 62070 | 14 | 950 | RIV |
| 5 | 1 | 118646344 701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 17030 | 12 | 1610 | RIV |

Liste 6 Réseaux (municipaux) témoins, alimentés en eau de surface, situés dans les régions administratives : la Capitale-Nationale (03), la Mauricie (04), l'Estrie (05), l'Outaouais (07) et Les Laurentides (15)

| Liste (classe) | Numéro de trousse | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Municipalité (code) | Région administrative | Population desservie | Type d'approvisionnement |
|----------------|-------------------|------------------|--|--------------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 6 | 2 | 134339904 701 | LAC-AUX-SABLES | Lac-aux-Sables | 35010 | 4 | 1015 | LAC |
| 6 | 2 | 134245024 701 | RÉSEAU MONT-JOIE | St-Élie-d'Orford | 43040 | 5 | 900 | LAC |
| 6 | 2 | 134334794 701 | MANIWAKI | Maniwaki | 83065 | 7 | 4527 | RIV |
| 6 | 2 | 134246434 701 | SECTEUR OWL'S HEAD | Canton de Potton | 45030 | 5 | 300 | LAC |
| 6 | 2 | 134357714 701 | LA MINERVE | La Minerve | 78130 | 15 | 250 | LAC |
| 6 | 2 | 134324554 701 | MONT-LAURIER | Mont-Laurier | 79085 | 15 | 8001 | LAC |
| 6 | 2 | 183870842 701 | NOTRE-DAME-DE-LA-SALETTE | Notre-Dame-de-la-Salette | 82010 | 7 | 300 | LAC |
| 6 | 1 | 115607823 701 | QUÉBEC | Québec | 23025 | 3 | 163500 | RIV |
| 6 | 2 | 134270755 701 | SAINTE-AIMÉ-DES-LACS | Saint-Aimé-des-Lacs | 15030 | 3 | 363 | LAC |
| 6 | 1 | 134279843 701 | <i>MONT-TREMBLANT (RIV. LA DIABLE)</i> | <i>Mont-Tremblant</i> | <i>78102</i> | <i>15</i> | <i>3830</i> | <i>RIV</i> |
| 6 | 2 | 134317704 701 | VAL-BARETTE | Val-Barette | 79070 | 15 | 500 | LAC |
| 6 | 2 | 134351282 701 | HUBERDEAU | Huberdeau | 78065 | 15 | 800 | LAC |
| 6 | 1 | 151997225 701 | Beauport-Des- Îlets | Beauport | 23005 | 3 | 70001 | RIV |
| 6 | 2 | 134354902 701 | AMHERST | Amherst | 78070 | 15 | 495 | LAC |
| 6 | 2 | 134291134 701 | BEAUPRÉ | Beaupré | 21025 | 3 | 6300 | RIV |

ANNEXE V

MÉTHODES D'ANALYSE UTILISÉES PAR LE CEAEQ CONCERNANT LES PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES ET CHIMIQUES

Description des méthodes analytiques

1 PARAMÈTRES MICROBIOLOGIQUES

1.1 DÉNOMBREMENT DE *E. COLI*

La méthode employée dans cette étude (CEAEQ, 2000a) permettait, dans un premier temps, la détection et l'énumération des coliformes fécaux, et ensuite, la confirmation de l'appartenance des coliformes fécaux à l'espèce *Escherichia coli*. Dans la première étape, un volume d'eau de 100 ml était filtré sur une membrane filtrante Millipore® de 0,45 µm. La membrane était ensuite déposée sur le milieu gélosé m-Fc qui était incubé à 44,5 °C pendant 24 heures. Cette première étape correspond à la méthode 9222D du *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA et WEF, 1998) et permettait la détection des coliformes fécaux thermotolérants.

La confirmation de ces coliformes fécaux à l'espèce *E. coli* se faisait dans la seconde étape. Environ 10 % des colonies typiques (bleues) et atypiques (autres couleurs) isolées sur le milieu m-Fc étaient transférées dans le milieu de culture Colilert (IDEXX®) qui était incubé jusqu'à 24 heures, à 35°C. Les colonies isolées étaient également soumises au test de l'oxydase. Les colonies de *E. coli* rapportées dans cette étude étaient celles qui utilisaient l'ONPG (présence d'un β-galactosidase) de même que le MUG (présence d'une β-glucuronidase) dans le milieu de culture Colilert® et qui donnaient une réponse négative au test de l'oxydase.

À la DLEAA, une souche de *E. coli* ATCC 25922 a été utilisée à chaque jour comme contrôle positif pour chaque série d'échantillons. Au CEAEQ, les lots de milieu de culture ont été vérifiés avec des souches de *E. coli* de laboratoire.

1.2 DÉNOMBREMENT DES ENTÉROCOQUES ET DES STREPTOCOQUES INTESTINAUX

Pour le dénombrement des entérocoques et des streptocoques intestinaux, la méthode employée dans cette étude comportait elle aussi deux étapes, soit la recherche et la confirmation (CEAEQ, 2000b). Un volume de 100 ml de l'échantillon était filtré sur membrane filtrante Millipore® de 0,45 µm. La membrane était ensuite transférée sur le milieu gélosé m-Enterococcus qui était incubé à 35 °C pendant 48 heures. Cette première étape correspond à la méthode 9230C du *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA et WEF, 1998).

Environ 10 % des colonies typiques (roses ou rouges) étaient ensuite soumises à plusieurs tests de confirmation. Dans le cadre de cette étude, les colonies étaient rapportées comme entérocoques ou comme streptocoques intestinaux selon leurs réponses aux divers tests de confirmation (Tableau 1).

Tableau 1 Tests de confirmation des entérocoques et des streptocoques intestinaux

| Tests | Entérocoques | Streptocoques intestinaux |
|--|--------------|---------------------------|
| Catalase | Négative | négative |
| Hydrolyse de l'esculine en présence de bile 40 % | Positive | positive |
| Croissance à 45°C en bouillon cœur de cervelle | Positive | positive |
| Croissance en présence de 6,5 % de NaCl à 35°C | Positive | négative |
| Gram | Positif | positif |

À la DLEAA, une souche de *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 a été utilisée à chaque jour comme contrôle positif pour chaque série d'échantillons. Au CEAEQ, les lots de milieux de culture ont été vérifiés avec la souche de contrôle *E. faecalis* ATCC 19433.

1.3 DÉTECTION ET DÉNOMBREMENT DES COLIPHAGES MÂLES-SPÉCIFIQUES (F- SPÉCIFIQUES)

La détection des virus coliphages mâles-spécifiques (ou F-spécifiques) a été effectuée avec la méthode USEPA 1601 (EPA 821-R-01-030). Il s'agit d'une méthode de type présence/absence en deux étapes : un enrichissement suivi d'une mise en évidence de la présence des coliphages. La bactérie hôte employée était la souche *Escherichia coli* F_{Amp} (ATCC 700891) et le volume d'échantillon analysé était de 100 ml.

Avec chaque série d'analyses, un échantillon négatif (eau stérile) de même qu'un échantillon de contrôle positif (eau fortifiée avec le coliphage mâle-spécifique MS2, ATCC 15597_B1) ont été analysés en suivant toutes les étapes de la méthode (EPA, 2001). En cours d'étude, de l'eau usée municipale a été ajoutée comme second contrôle positif accompagnant chaque série d'échantillons, afin de vérifier la méthode avec des coliphages provenant de l'environnement.

Cette méthode de type présence/absence a été utilisée pour les eaux souterraines non désinfectées (trousse n° 4).

Pour les autres trousse, c'est une méthode de dénombrement qui a été utilisée.

Le dénombrement des virus coliphages mâles-spécifiques (ou F-spécifiques) a été effectué avec la méthode USEPA 1602 (EPA 821-R-01-029). C'est une méthode de dénombrement en couche simple d'agar : le dénombrement des « plages de lyse » apparaissant dans le tapis de croissance de la bactérie hôte, après la période d'incubation, met en évidence la quantité des coliphages présents dans l'échantillon.

La bactérie hôte employée était la souche *Escherichia coli* F_{Amp} (ATCC 700891) et le volume d'échantillon analysé était de 100 ml. Avec chaque série d'analyses, un échantillon négatif (eau stérile) de même qu'un échantillon de contrôle positif (eau fortifiée avec le coliphage mâle-spécifique MS2, ATCC 15597_B1) ont été analysés en suivant toutes les étapes de la méthode (EPA, 2001).

2 PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

2.1 NITRATES-NITRITES

Les échantillons pour l'analyse des nitrites et nitrates ont été acidifiés avec du H_2SO_4 à $pH < 2$ lors du prélèvement et ont été analysés directement sans prétraitement par la méthode colorimétrique automatisée avec le sulfate d'hydrazine et le N.E.D. (MA 303-NO3 1.0, CEAEQ, 2001).

La détermination des nitrites-nitrates se fait en deux étapes. Dans un premier temps, les ions nitrates sont réduits en nitrite en milieu alcalin par l'intermédiaire du sulfate d'hydrazine, avec du sulfate de cuivre agissant comme catalyseur. Dans un second temps, les nitrites réagissent avec le sulfanilamide pour former un composé diazoïque qui se combine en milieu acide avec le dihydrochlorure de N-(1-naphthyl)-éthylènediamine pour former un composé rosé à violet dont l'absorbance à 520 nm est proportionnelle à la concentration des ions nitrite et nitrate.

Cette méthode s'applique à la détermination des ions nitrites et nitrates dans l'eau potable dans une plage de concentration variant de 0,02 à 2,00 mg/l N- NO_2 - NO_3 . Selon les besoins, des dilutions étaient réalisées afin d'augmenter la plage de mesure.

2.2 AZOTE AMMONIACAL

Les échantillons pour l'analyse de l'azote ammoniacal ont été acidifiés avec du H_2SO_4 à $pH < 2$ lors du prélèvement, et ont été analysés directement sans prétraitement par la méthode colorimétrique automatisée avec le salicylate de sodium (MA 303-N 1.0, CEAEQ, 1999).

L'azote ammoniacal est déterminé par colorimétrie. Une solution de tartrate de potassium et de citrate de sodium est ajoutée à l'échantillon afin d'éviter la précipitation subséquente d'hydroxydes de calcium et de magnésium.

Par la suite, l'azote ammoniacal réagit en présence de salicylate, de nitroprussiate de sodium et de chlore actif pour former un complexe vert dont l'absorbance à 660 nm est proportionnelle à la concentration d'azote ammoniacal.

Cette méthode s'applique à la détermination de l'azote ammoniacal dans l'eau potable dans une plage de concentration variant de 0,02 à 2,00 mg/l N- NH_3 . Au besoin, des dilutions étaient réalisées afin d'augmenter la plage de mesure.

2.3 PHOSPHORE TOTAL

Les échantillons pour l'analyse du phosphore total ont été acidifiés avec du H_2SO_4 à $pH < 2$ lors du prélèvement et ont été analysés après une minéralisation au persulfate par la méthode colorimétrique automatisée MA 303-P 4.0 (CEAEQ, 1999).

Le phosphore, sous forme inorganique et organique, est transformé à chaud ($121\text{ }^{\circ}C$) et sous pression en orthophosphate (PO_4^{3-}) en présence de persulfate de potassium et d'acide sulfurique. L'orthophosphate réagit avec le molybdate d'ammonium en milieu acide pour former l'acide phosphomolybdique. Ce composé est ensuite réduit par le chlorure stanneux en bleu de molybdène, dont l'absorbance à 660 nm est proportionnelle à la concentration de phosphore.

Cette méthode s'applique à la détermination du phosphore total dans l'eau potable dans une plage de concentration variant de 0,010 à 1,5 mg/l P. Selon les besoins, des dilutions étaient réalisées afin d'augmenter la plage de mesure.

2.4 CARBONE ORGANIQUE TOTAL

Les échantillons pour l'analyse du carbone organique total n'ont pas été préservés lors du prélèvement et ont été analysés directement sans prétraitement par la méthode « Détermination du carbone inorganique dissous, du carbone organique dissous et du carbone organique total : méthode par détection infrarouge » (MA 303-C. 2.X, CEAEQ, 2000).

La détermination du carbone organique total se fait en introduisant l'échantillon homogénéisé contenant des composés carbonylés dans un tube chauffé à 680 °C qui contient un catalyseur agissant comme oxydant. Les composés de combustion et de dégradation sont sous forme de CO₂, lequel est analysé par détection infrarouge et quantifié par comparaison à une courbe d'étalonnage. Le carbone organique total (COT) réfère au carbone organique non volatile qui est mesuré en acidifiant l'échantillon au préalable à l'aide de l'acide chlorhydrique 1 N et en y faisant barboter de l'air de qualité ultra-pure.

Cette méthode s'applique à la détermination du carbone organique total dans l'eau potable dans une plage de concentration variant de 0,20 à 20 mg/l C. Selon les besoins, des dilutions étaient réalisées afin d'augmenter la plage de mesure.

2.5 POURCENTAGE DE TRANSMITTANCE U.V.

Pour l'analyse du pourcentage de transmittance U.V., les échantillons n'ont pas été préservés lors du prélèvement et ont été analysés directement sans prétraitement par la méthode « Standard Method 5910-B ».

L'échantillon non préservé est placé dans une cuvette de quartz de 10 cm et le pourcentage d'absorbance UV est mesuré avec un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 254 nm. Le pourcentage de transmittance U.V. est calculé à partir de l'absorbance mesurée.

2.6 TURBIDITÉ

Les échantillons pour l'analyse des nitrites et nitrates n'ont pas été préservés lors du prélèvement et ont été analysés directement, sans prétraitement, par la méthode « Détermination de la turbidité dans l'eau : méthode néphélométrique » (MA 103-Tur 1.0, CEAEQ, 1999).

La turbidité est un indice de la présence de particules en suspension dans l'eau. Elle est déterminée à l'aide d'un néphélomètre. Cet appareil mesure la lumière dispersée par les particules en suspension avec un angle de 90° par rapport au faisceau de lumière incident.

Cette méthode s'applique à la détermination de la turbidité dans l'eau potable dans une plage de concentration variant de 0,1 à 1 000 unités de turbidité néphélométrique (UTN).

2.7 TRIHALOMÉTHANES

La détermination des trihalométhanes s'effectue en deux étapes. La première étape consiste à transférer les trihalométhanes de l'échantillon aqueux à l'aide d'un système « Purge and Trap ».

Dans le système « Purge and Trap », un gaz inerte circule à travers l'échantillon dans un barboteur spécialement désigné à cet effet à la température ambiante. Les trihalométhanes sont ainsi transférés de l'échantillon aqueux sur une colonne contenant un adsorbant où les trihalométhanes sont captés. Dans la seconde étape, la colonne contenant l'adsorbant est chauffée et le courant de gaz inerte est inversé afin de désorber les trihalométhanes sur une colonne chromatographique.

La température du chromatographe en phase gazeuse est programmée afin de séparer les différents composés qui, par la suite, sont détectés avec un spectromètre de masse. Le système de détection utilisé est un détecteur de masse de type quadripolaire fonctionnant dans le mode d'acquisition des ions (SCAN).

La concentration des trihalométhanes est déterminée par comparaison des surfaces, à un temps de rétention donné, obtenues pour l'échantillon et celles de chacune des solutions étalons des trihalométhanes.

3 CONTRÔLES DE LA QUALITÉ INTRALABORATOIRES DLEAA-MAPAQ

L'ensemble des pratiques de laboratoire et des contrôles de la qualité du programme d'assurance qualité d'un laboratoire basé sur la norme ISO-17025 est appliqué dans le laboratoire du CEAEQ (Document ISO-01-D-001, DLEAA; Lignes directrices concernant l'application des contrôles de qualité en microbiologie SCA-02; Lignes directrices concernant l'application des contrôles de qualité en chimie SCA-01, CEAEQ).

Le laboratoire du CEAEQ est accrédité par le Conseil canadien des normes et répond à la norme internationale ISO/CE 17025.

Le laboratoire effectue donc l'ensemble des contrôles au niveau de la qualité des locaux, de l'environnement, du matériel, des réactifs et des équipements. Les méthodes d'analyses comportent également une série de contrôles utilisés comme des témoins de stérilité, des contrôles positifs et négatifs, des confirmations, etc.

ANNEXE VI

RÉSULTATS ANALYTIQUES OBTENUS POUR CHACUN DES RÉSEAUX PARTICIPANTS

Résultats en eau souterraine - eau brute des approvisionnements "Exposés"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Numéro du poste | Identification des stations | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|---|------------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrates-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 75506 | 2002-08-26 | 315432834701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 27010 | 17 | PRA | 0 | 0 | 0 | 97,8 | 2 | <0,02 | 0,11 | <0,01 |
| 75622 | 2002-08-27 | 134329192701 | WARWICK | Warwick | 5050 | 17 | PRA | 0 | 0 | 0 | 92,6 | 1 | 0,03 | 0,44 | 0,22 |
| 74384 | 2002-08-14 | 318461732701 | SCOTT | Scott | 450 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 91,2 | 0,9 | 0,21 | 0,11 | 0,33 |
| 74643 | 2002-08-19 | 199554423191 | Régie intermunicipale Lotbinière centre | Saint-Flavien | 940 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 10 | 12,8 | 0,82 | <0,02 | 0,04 |
| 74657 | 2002-08-19 | 134246192701 | SAINT-LIGUORI | Saint-Liguori | 620 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,6 | 1,2 | 0,1 | 0,03 | 0,02 |
| 74666 | 2002-08-19 | 134283472701 | SAINT-LAZARE | Saint-Lazare-de-Bellechasse | 750 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98,2 | 0,6 | <0,02 | 0,2 | <0,01 |
| 74801 | 2002-08-20 | 276386422701 | VALLÉE-JONCTION | Vallée-Jonction | 1500 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98 | 0,4 | <0,02 | 1,5 | 0,01 |
| 74803 | 2002-08-20 | 151936182701 | DURHAM SUD | Durham Sud | 600 | 17 | PTU | 0 | 2 | 0 | 98,6 | 16,1 | <0,02 | 0,93 | <0,01 |
| 74820 | 2002-08-20 | 134318042701 | SAINTE-SOPHIE-D'HALIFAX | Sainte-Sophie-d'Halifax | 107 | 17 | PTU | 1 | 0 | 0 | 99,5 | <0,2 | <0,02 | 0,4 | <0,01 |
| 74822 | 2002-08-20 | 134282975701 | HONFLEUR | Honfleur | 300 | 12 | PTU | 0 | 5 | 0 | 95,8 | 0,5 | 0,39 | 0,02 | <0,01 |
| 74826 | 2002-08-20 | 134248335701 | SAINT-ESPRIT | Saint-Esprit | 1210 | 14 | PTU | 2 | 0 | 0 | 83,7 | 1,6 | 0,1 | 0,02 | 0,06 |
| 75020 | 2002-08-21 | 134270182701 | UPTON | Upton | 930 | 16 | PTU | 3 | 0 | 0 | 88,5 | DIF | 0,06 | 0,02 | 0,02 |
| 75026 | 2002-08-21 | 134266065701 | SAINT-ROCH-DE-L'ACHIGAN | Saint-Roch-de-l'Achigan | 2000 | 14 | PTU | 2 | 0 | 0 | 97,7 | 1,1 | 0,73 | <0,02 | <0,01 |
| 75031 | 2002-08-21 | 134364234701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 97,4 | 4 | 0,19 | <0,02 | 0,02 |
| 75033 | 2002-08-21 | 134363992701 | SAINTE-MARGUERITE | Sainte-Marguerite | 291 | 12 | PTU | 2 | 0 | 0 | 99,8 | DIF | <0,02 | 3,1 | <0,01 |
| 75039 | 2002-08-21 | 134283705701 | WICKHAM | Wickham | 700 | 17 | PTU | 63 | 0 | 0 | 97,2 | 2,6 | 0,7 | 0,11 | 0,44 |
| 75330 | 2002-08-26 | 134270674701 | SAINT-LIBOIRE | Saint-Liboire | 1575 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 87,5 | 5,9 | 0,52 | 0,08 | <0,01 |
| 75490 | 2002-08-26 | 134335942701 | WOTTON | Wotton | 700 | 5 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,7 | 0,8 | 0,05 | 0,05 | <0,01 |
| 75494 | 2002-08-26 | 110058572701 | SAINT-ANSELME PAROISSE | Saint-Anselme | 462 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98,3 | 0,9 | <0,02 | 0,89 | 0,21 |
| 75501 | 2002-08-26 | 134279684701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 541 | 12 | PTU | 1 | 0 | 0 | 98,7 | 0,8 | 0,02 | 9,3 | <0,01 |
| 75519 | 2002-08-26 | 134372312701 | AUBERT-GALLION | Aubert-Gallion | 480 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96 | 1,1 | 0,12 | 0,02 | 0,05 |
| 75528 | 2002-08-26 | 134373552701 | SAINT-JULES | Saint-Jules | 198 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,8 | 0,7 | <0,02 | 0,12 | <0,01 |
| 75605 | 2002-08-27 | 134310104701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 87,8 | 4,1 | 0,14 | 0,04 | <0,01 |
| 75620 | 2002-08-27 | 318461164701 | SAINT-GERMAIN-DE-GRANTHAM | Saint-Germain-de-Grantham | 2501 | 17 | PTU | 0 | 0 | 0 | 95,5 | 1,1 | 0,2 | 0,02 | <0,01 |
| 75629 | 2002-08-26 | 134356722701 | SAINT-ODILON-DE-CRANBOURNE | Saint-Odilon-de-Cranbourne | 850 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 89,1 | 0,2 | <0,02 | 0,56 | <0,01 |
| 75630 | 2002-08-27 | 137862234701 | SAINT-AMBROISE-DE-KILDARE | Saint-Ambroise-de-Kildare | 1000 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 87,7 | 1,7 | 0,12 | 0,02 | <0,01 |
| 75637 | 2002-08-27 | 165229062701 | SAINTE-HÉLÈNE-DE-BAGOT | Sainte-Hélène-de-Bagot | 1025 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,2 | DIF | 0,44 | 0,02 | <0,01 |
| 75691 | 2002-08-28 | 905249505701 | SAINT-FÉLIX-DE-VALOIS | Saint-Félix-de-Valois | 4270 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,8 | 0,6 | <0,02 | 1,75 | <0,01 |
| 75704 | 2002-08-28 | 900115295702 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 186 | 17 | PTU | 2 | 0 | 0 | 96,6 | 0,7 | 0,11 | 0,12 | 0,14 |
| 75706 | 2002-08-28 | 120623782701 | SAINT-CÉSAIRE | Saint-Césaire | 2710 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | 0,7 | <0,02 | 1,67 | <0,01 |
| 75708 | 2002-08-28 | 166430175701 | SAINTE-CLAIRE | Sainte-Claire | 2500 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 93,8 | 0,7 | 0,56 | 0,12 | 0,56 |
| 75714 | 2002-08-28 | 169757734701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 9000 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 67,2 | 1,5 | 0,12 | 0,03 | <0,01 |
| 75716 | 2002-08-28 | 134338345701 | SAINTE-CLOTILDE-DE-HORTON | Sainte-Clotilde-de-Horton | 329 | 17 | PTU | 0 | 0 | 1 | 94,8 | 1,8 | 0,09 | 0,02 | 0,03 |
| 75721 | 2002-08-28 | 900115295701 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 1080 | 17 | PTU | 0 | 0 | 0 | 94 | 1,3 | 0,62 | 0,02 | 0,41 |
| 75728 | 2002-08-28 | 134262344701 | SAINT-DOMINIQUE | Saint-Dominique | 1500 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,6 | 1,3 | 0,1 | 0,27 | <0,01 |
| 75731 | 2002-08-28 | 234521622701 | SAINT-PATRICE-DE-BEAURIVAGE | Saint-Patrice-de-Beaurivage | 780 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | <0,2 | 0,04 | 0,02 | <0,01 |
| 75733 | 2002-08-28 | 178580512701 | SAINT-AGAPIT | Saint-Agapit | 2000 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,2 | 1 | 0,12 | 0,03 | 0,03 |
| 75912 | 2002-08-29 | 134288755701 | ROUEMONT | Rougemont | 2050 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 91,2 | 2 | 0,08 | 0,03 | 0,05 |
| 75926 | 2002-08-29 | 134317885701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 540 | 17 | PTU | 0 | 0 | 0 | 76,6 | 1,7 | 0,61 | 0,07 | 0,38 |
| 76072 | 2002-09-03 | 134267212702 | SAINTE-MÉLANIE (CARILLON) | Sainte-Mélanie | 145 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 66,8 | 3,2 | 1,04 | 0,02 | 1,68 |
| 76236 | 2002-09-04 | 134382962701 | SAINT-ÉPHREM-DE-BEAUCE | Saint-Éphrem-de-Beauce | 1500 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,4 | 0,8 | 0,02 | 0,1 | <0,01 |
| 75488 | 2002-08-26 | 134373714701 | SAINT-FRÉDÉRIC | Saint-Frédéric | 875 | 12 | SBU | 0 | 0 | 0 | 99,8 | 0,4 | <0,02 | 0,79 | <0,01 |
| 74655 | 2002-08-19 | 134330574701 | PRINCEVILLE | Princeville | 4130 | 17 | SDH | 0 | 0 | 1 | 82,2 | 2,5 | 0,08 | 0,99 | <0,01 |
| 74814 | 2002-08-20 | 318335515701 | SAINT-CHARLES-DE-BELLECHASSE | Saint-Charles-de-Bellechasse | 1535 | 12 | SDH | 0 | 0 | 0 | 97,2 | 0,6 | <0,02 | 9,6 | 0,02 |
| 75037 | 2002-08-21 | 134364234701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 800 | 12 | SDH | 0 | 0 | 0 | 99,7 | 0,9 | 0,02 | 9,8 | <0,01 |
| 75496 | 2002-08-26 | 134280994701 | SAINT-GERVAIS | Saint-Gervais | 1350 | 12 | SDH | 0 | 7 | 0 | 99,3 | 0,9 | 0,03 | 0,1 | <0,01 |
| 75510 | 2002-08-26 | 134279684701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 541 | 12 | SDH | 0 | 6 | 0 | 99,4 | 0,6 | <0,02 | 9,6 | <0,01 |
| 75613 | 2002-08-27 | 134310104701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 800 | 12 | SDH | 0 | PG 100 | 0 | 96,5 | 0,7 | <0,02 | 6,7 | <0,01 |
| 75924 | 2002-08-29 | 134317622701 | BERNIERVILLE | Saint-Ferdinand | 1800 | 17 | SDH | 0 | 0 | 1 | 98,5 | 0,3 | <0,02 | 0,4 | <0,01 |

Légende:

PRA: puits rayonnant

PTU: puits tubulaire

SBU: source à bassin unique

SDH: source à drains horizontaux

PG: valeur supérieure à

DIF: difficultés techniques à l'analyse - résultat non transmis

Résultats en eau souterraine - eau brute des approvisionnements "Témoins adjacents"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrates-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 74664 | 2002-08-19 | 120169112701 | WATERLOO | Waterloo | 4600 | 16 | PSU | 0 | 0 | 0 | 95,7 | 1,5 | 0,16 | 1,43 | 0,02 |
| 74658 | 2002-08-19 | 134361912701 | FRONTENAC | Frontenac | 325 | 5 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98,2 | 0,9 | <0,02 | 0,54 | <0,01 |
| 74659 | 2002-08-19 | 318452332703 | VAUDREUIL (Domaine En Haut) | Vaudreuil-Dorion | 112 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 49,4 | 6,2 | 0,08 | 0,02 | 0,58 |
| 74660 | 2002-08-19 | 134306572701 | TOURVILLE | Tourville | 650 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,4 | 2,2 | <0,02 | 0,07 | <0,01 |
| 74661 | 2002-08-19 | 318458374703 | Puits Village St-Nicolas | Lévis | 1050 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 84,3 | 2,8 | 0,13 | <0,02 | 0,09 |
| 74662 | 2002-08-19 | 120169112701 | WATERLOO | Waterloo | 4600 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 85,1 | 2,3 | 0,65 | 0,55 | <0,01 |
| 74802 | 2002-08-20 | 134247182701 | SUTTON | Sutton | 6000 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,8 | 0,3 | <0,02 | 0,16 | 0,01 |
| 74804 | 2002-08-20 | 134256572701 | RACINE | Racine | 336 | 5 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,3 | 2,2 | <0,02 | 0,8 | <0,01 |
| 74818 | 2002-08-20 | 134360352701 | AUDET | Audet | 360 | 5 | PTU | 4 | 0 | 0 | 96,5 | 0,2 | <0,02 | 0,15 | <0,01 |
| 74824 | 2002-08-20 | 134293864701 | SAINT-FABIEN-DE-PANET | Saint-Fabien-de-Panet | 600 | 12 | PTU | 1 | 0 | 0 | 95,9 | 0,8 | <0,02 | 1,95 | <0,01 |
| 74830 | 2002-08-20 | 134261352701 | LANORAIE | Lanoraie | 2700 | 14 | PTU | 3 | 0 | 0 | 97 | 0,6 | <0,02 | 6 | 0,01 |
| 75011 | 2002-08-21 | 134292462701 | NOTRE-DAME-DU-ROSAIRE | Notre-Dame-du-Rosaire | 400 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | 0,6 | <0,02 | 0,12 | <0,01 |
| 75013 | 2002-08-21 | 134249652703 | L'ENGOULEVENT | Rawdon | 74 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | 0,4 | <0,02 | 0,07 | <0,01 |
| 75035 | 2002-08-21 | 134310022701 | HAM-NORD | Ham-Nord | 561 | 17 | PTU | 1 | 0 | 0 | 99,9 | 0,8 | <0,02 | 0,31 | <0,01 |
| 75045 | 2002-08-21 | 134248744702 | AQUEDUC KILDARE | Rawdon | 348 | 14 | PTU | 1 | 0 | 0 | 97,6 | DIF | 0,03 | 0,37 | 0,04 |
| 75484 | 2002-08-26 | 134343032701 | HUDSON | Hudson | 5100 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 95,6 | 0,9 | 0,1 | <0,02 | 0,06 |
| 75524 | 2002-08-26 | 134370664701 | SAINTE-AURÉLIE | Sainte-Aurélie | 800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,6 | 0,7 | 0,03 | 0,97 | <0,01 |
| 75526 | 2002-08-26 | ND | SAINT-ANTOINE réseau CARMEN | Lavaltrie | 956 | 14 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,2 | 0,9 | <0,02 | 3,3 | 0,02 |
| 75534 | 2002-08-26 | 134378272701 | SAINT-JEAN-DE-LA-LANDE | Saint-Jean-de-la-Lande | 445 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,4 | 1,5 | <0,02 | 0,1 | 0,18 |
| 75607 | 2002-08-27 | 134360844701 | MELOCHEVILLE | Beauharnois | 1980 | 16 | PTU | 0 | 0 | 0 | 93,8 | 1,2 | 0,04 | 0,13 | 0,01 |
| 75611 | 2002-08-27 | 134291702701 | SAINT-PROSPER | Saint-Prosper | 2800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,6 | 0,2 | <0,02 | 0,47 | <0,01 |
| 75632 | 2002-08-27 | 149023162701 | SAINT-THÉOPHILE | Saint-Théophile | 600 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 95,6 | 0,8 | <0,02 | 0,48 | <0,01 |
| 75698 | 2002-08-28 | 318454312702 | SAINT-CÔME-LINIÈRE-MORIN | Saint-Côme-Linière | 800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,7 | 0,3 | 0,1 | 0,02 | 0,11 |
| 75700 | 2002-08-28 | 134289173701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 2500 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 94,7 | 5,6 | 0,29 | 0,02 | 0,07 |
| 75712 | 2002-08-28 | 318458374702 | PARC ÉRABLIÈRE (Saint-Nicolas) | Lévis | 585 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98,4 | 1 | 0,14 | 0,02 | 1,08 |
| 75730 | 2002-08-28 | 134382212701 | NOTRE-DAME-DES-PINS | Notre-Dame-des-Pins | 650 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | 0,3 | <0,02 | 0,08 | <0,01 |
| 75732 | 2002-08-28 | 134314322701 | COLERAINÉ | Saint-Joseph-de-Coleraine | 1800 | 12 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,4 | 0,7 | <0,02 | 0,12 | <0,01 |
| 74816 | 2002-08-20 | 134314572701 | MANSEAU | Manseau | 610 | 17 | SDH | 0 | 0 | 0 | 85,1 | 2,6 | 0,04 | 1,9 | <0,01 |

Légende:

PSU: Puits de surface

PTU: puits tubulaire

SDH: source à drains horizontaux

DIF: difficultés techniques à l'analyse - résultat non transmis

Résultats en eau souterraine - eau brute des approvisionnements "Témoins éloignés"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrates-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 74887 | 2002-08-21 | 134283542701 | AQUEDUC PIEDMONT | Stoneham-et-Tewkesbury | 240 | 3 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,8 | 0,2 | <0,02 | 0,95 | <0,01 |
| 75012 | 2002-08-21 | 134350605701 | SAINTE-MARTHE-DU-CAP | Sainte-Marthe-du-Cap | 4275 | 4 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,9 | 0,8 | <0,02 | 0,19 | <0,01 |
| 75487 | 2002-08-26 | 134278692701 | LAC-SUPÉRIEUR | Lac-Supérieur | 126 | 15 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,7 | 0,8 | <0,02 | 1,54 | <0,01 |
| 75529 | 2002-08-26 | 134348165701 | LA CROCHE | La Croche | 240 | 4 | PTU | 0 | 0 | 0 | 96,9 | 1,4 | 0,08 | 0,02 | 0,06 |
| 75609 | 2002-08-27 | 119221194701 | PORTNEUF | Portneuf | 1100 | 3 | PTU | 5 | 0 | 0 | 90,2 | 1,6 | 1,83 | 0,17 | 0,16 |
| 75696 | 2002-08-28 | 134246434702 | POTTON-SECTEUR MANSONVILLE | Potton | 900 | 5 | PTU | 1 | 0 | 0 | 97,4 | 0,3 | <0,02 | 0,18 | 0,32 |
| 75710 | 2002-08-28 | 134255094701 | ASCOT CORNER | Ascot Corner | 600 | 5 | PTU | 3 | 0 | 0 | 99,9 | 0,2 | 0,14 | 0,02 | 0,08 |
| 75911 | 2002-08-29 | 119502015701 | VILLAGE MONT-ORFORD | Orford | 250 | 5 | PTU | 2 | 0 | 0 | 92,8 | 1,5 | <0,02 | 0,1 | <0,01 |
| 75919 | 2002-08-29 | 117774225701 | TROIS-RIVIÈRES-OUEST | Trois-Rivières-Ouest | 24000 | 4 | PTU | 0 | 0 | 0 | 59,5 | 0,4 | 0,03 | 0,02 | <0,01 |
| 76244 | 2002-09-24 | 134275624701 | VAL-DAVID (PUITS CHICOINE) | Val-David | 1200 | 15 | PTU | 4 | 0 | 0 | 93,8 | 1,1 | 0,02 | 0,48 | <0,01 |
| 76449 | 2002-09-05 | 134322652701 | SAINTE-LÉONARD-DE-PORTNEUF | Saint-Léonard-de-Portneuf | 482 | 3 | PTU | 0 | 0 | 0 | 98,7 | 0,4 | <0,02 | 1,66 | <0,01 |
| 76498 | 2002-09-05 | 134321902701 | ST-ISIDORE-DE-CLIFTON | St-Isidore-de-Clifton | 250 | 5 | PTU | 0 | 0 | 0 | 99,2 | 0,2 | 0,03 | 0,06 | <0,01 |
| 75515 | 2002-08-26 | 134316974701 | NEUVILLE | Neuville | 1166 | 3 | SBU | 0 | 0 | 0 | 98,6 | 1 | <0,02 | 1,43 | <0,01 |
| 75600 | 2002-08-27 | 119221194701 | PORTNEUF | Portneuf | 1100 | 3 | SBU | 0 | 0 | 0 | 97,2 | 0,5 | <0,02 | <0,02 | <0,01 |
| 75702 | 2002-08-28 | 134324142701 | SAINTE-ALBAN | Saint-Alban | 690 | 3 | SBU | 0 | 0 | 0 | 99,7 | 0,7 | <0,02 | 4,3 | <0,01 |
| 76246 | 2002-09-04 | 134328774701 | MONT-ST-MICHEL | Mont-Saint-Michel | 456 | 15 | SBU | 0 | PG 100 | 14 | 89,5 | 1,4 | <0,02 | 2,1 | <0,01 |
| 75520 | 2002-08-26 | 134334532701 | BISHOPTON | Dudswell | 250 | 5 | SOUT | 0 | 0 | 0 | 99,4 | 0,9 | 0,02 | 1,3 | <0,01 |

Légende:

PTU: puits tubulaire

SBU: source à bassin unique

SOUT: mélange de plusieurs sources d'eau souterraine

PG: valeur supérieure à

Résultats en eau de surface - eau brute des approvisionnements "Exposés"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Turbidité (UTN) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrates-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 74631 | 2002-08-19 | 119798955701 | COWANSVILLE | Cowansville | 12010 | 16 | LAC | 2 | 0 | 0 | 59,7 | 5,4 | 1,6 | 0,09 | 0,21 | 0,01 |
| 75508 | 2002-08-26 | 287209444702 | ST-GEORGES (OUEST) | Saint-Georges Ouest | 6300 | 12 | LAC | 0 | 0 | 0 | 93,2 | 4 | 0,81 | <0,02 | 0,02 | <0,01 |
| 75517 | 2002-08-26 | 134255824701 | VALCOURT | Valcourt | 3450 | 5 | LAC | 0 | 0 | 0 | 97,1 | 1,9 | 0,65 | <0,02 | 0,05 | <0,01 |
| 75635 | 2002-08-27 | 134269114701 | SAINT-PIE (VILLE) | Saint-Pie | 3432 | 16 | LAC | 0 | 2 | 2 | 81 | 3,2 | 0,92 | <0,02 | 0,02 | <0,01 |
| 73793 | 2002-08-08 | 120219523701 | DANVILLE | Danville | 2400 | 5 | RIV | DIF | 720 | 68 | DIF | 6,2 | 5,5 | <0,02 | 0,25 | 0,16 |
| 74634 | 2002-08-19 | 155900863701 | SAINT-HENRI | Saint-Henri | 2500 | 12 | RIV | 1 | 280 | 60 | 73,3 | 5,6 | 2,1 | 0,03 | 0,35 | 0,02 |
| 74637 | 2002-08-19 | 116223543701 | ASBESTOS | Asbestos | 6700 | 5 | RIV | 0 | 96 | 7 | 60,7 | 6,1 | 1,1 | <0,02 | 0,09 | <0,01 |
| 74640 | 2002-08-19 | 134366053701 | SAINT-ANSELME (VIL.) | Saint-Anselme | 2500 | 12 | RIV | 0 | 64 | 42 | 76,2 | 3,4 | 1,3 | 0,02 | 0,33 | <0,01 |
| 74805 | 2002-08-20 | 116278173701 | FARNHAM | Farhnam | 6088 | 16 | RIV | 3 | 68 | 2 | 51 | 8,5 | 41 | 0,03 | 0,06 | 0,2 |
| 75008 | 2002-08-21 | 114306003701 | REPENTIGNY | Repentigny | 56555 | 14 | RIV | 3 | 120 | 200 | 76,9 | 5 | 30 | <0,02 | 0,54 | 0,06 |
| 75503 | 2002-08-26 | 134265563701 | L'ÉPIPHANIE (Ville) | L'Épiphanie | 3954 | 14 | RIV | 1 | 330 | 165 | 84,5 | 5,2 | 6,2 | 0,08 | 0,31 | 0,1 |
| 75512 | 2002-08-26 | 315432833701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 27010 | 17 | RIV | 1 | 88 | 500 | 83,6 | 5,5 | 13 | 0,06 | 0,29 | 0,07 |
| 75521 | 2002-08-26 | 134291543701 | CHARNY | Lévis | 31164 | 12 | RIV | 0 | 260 | 48 | 89,1 | 5,3 | 1,5 | 0,02 | 0,26 | 0,01 |
| 75617 | 2002-08-27 | 134308223701 | GRANBY | Granby | 43500 | 16 | RIV | 0 | 62 | 15 | 63,9 | 5,3 | 2,7 | 0,02 | 0,05 | 0,02 |
| 75626 | 2002-08-27 | 134261683701 | CRABTREE | Crabtree | 2273 | 14 | RIV | 0 | 190 | 8 | 67,1 | 3,5 | 7,5 | 0,02 | 0,14 | <0,01 |
| 75718 | 2002-08-28 | 134289173701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 2500 | 12 | RIV | 0 | 0 | 0 | 94,8 | 4,6 | 0,7 | 0,03 | 0,19 | 0,09 |
| 75723 | 2002-08-28 | 169757733701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 9000 | 12 | RIV | 0 | 0 | 0 | 91,4 | 4 | 9,8 | <0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 75930 | 2002-08-29 | 151935193701 | SAINT-HYACINTHE | Saint-Hyacinthe | 39350 | 16 | RIV | 0 | 10 | 2 | 45 | 7,3 | 18 | 0,11 | 0,46 | 0,08 |
| 76241 | 2002-09-03 | 134263253701 | L'ASSOMPTION | L'Assomption | 12000 | 14 | RIV | 0 | 5 | 26 | 61,6 | 3,9 | 20 | 0,16 | 0,54 | 0,05 |
| 76759 | 2002-09-10 | 113178563701 | JOLIETTE | Joliette | 18308 | 14 | RIV | 3 | 60 | 30 | 93,4 | 2,4 | 0,14 | <0,02 | 0,16 | <0,01 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

LAC: Approvisionnement en lac

DIF: difficultés techniques à l'analyse - résultat non transmis

Résultats en eau de surface - eau brute des approvisionnements "Témoins adjacents"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Turbidité (UTN) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrates-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 75016 | 2002-08-21 | 134249654701 | RAWDON | Rawdon | 5100 | 14 | LAC | 2 | 0 | 0 | 87,3 | 5,8 | 1,2 | 0,03 | 0,04 | <0,01 |
| 75018 | 2002-08-21 | 134264404701 | MANDEVILLE | Mandeville | 1050 | 14 | LAC | 4 | 0 | 0 | 97,9 | 3,6 | 0,35 | <0,02 | 0,02 | <0,01 |
| 75028 | 2002-08-21 | 134246765701 | SUTTON | Canton de Sutton | 1500 | 16 | LAC | 2 | 0 | 0 | 98,5 | 1,6 | 0,13 | <0,02 | 0,48 | <0,01 |
| 75482 | 2002-08-26 | 134272574701 | SAINT-HIPPOLYTE | Saint-Hippolyte | 196 | 15 | LAC | 0 | 2 | 0 | 96,8 | 3 | 0,43 | 0,05 | 0,04 | <0,01 |
| 75532 | 2002-08-26 | 134268874701 | SAINT-COME | Saint-Come | 900 | 14 | LAC | 0 | 0 | 0 | 96,4 | 1,9 | 1 | <0,02 | 0,16 | <0,01 |
| 75602 | 2002-08-27 | 134265495701 | SAINT-ZÉNON | Saint-Zénon | 1149 | 14 | LAC | 0 | 30 | 7 | 67 | 6,1 | 0,95 | <0,02 | <0,02 | <0,01 |
| 75639 | 2002-08-27 | 134319374701 | BEAULAC-GARTHBY | Beaulac-Garthby | 380 | 12 | LAC | 1 | 0 | 3 | 44,7 | 7,9 | 1,9 | 0,04 | 0,21 | <0,01 |
| 75726 | 2002-08-28 | 134314324701 | COLERAINÉ | Saint-Joseph-de-Coleraine | 1800 | 12 | LAC | 0 | 0 | 2 | 93,8 | 4,7 | 1,3 | <0,02 | 0,03 | <0,01 |
| 75914 | 2002-08-29 | 318459284701 | THETFORD MINES | Thetford Mines | 19272 | 12 | LAC | 2 | 2 | 0 | 49,7 | 6,7 | 0,56 | <0,02 | 0,17 | <0,01 |
| 74646 | 2002-08-19 | 134297333701 | L'ISLET | L'Islet | 2943 | 12 | RIV | 0 | 162 | 58 | 73,6 | 3,3 | 2,8 | <0,02 | 0,13 | <0,01 |
| 75014 | 2002-08-21 | 134292954701 | SAINT-PAUL-DE-MONTMINY | Saint-Paul-de-Montminy | 800 | 12 | RIV | 2 | 0 | 0 | 92,5 | 2,9 | 2,6 | 0,02 | 0,06 | <0,01 |
| 75491 | 2002-08-26 | 117456843701 | BEAUCEVILLE | Beauceville | 5220 | 12 | RIV | 0 | 122 | 2 | 85,7 | 5,9 | 1,2 | 0,04 | 0,06 | <0,01 |
| 75498 | 2002-08-26 | 287209443701 | SAINT-GEORGES EST | Saint-Georges Est | 13157 | 12 | RIV | 1 | 10 | 10 | 86,6 | 4,9 | 7,3 | 0,05 | 0,05 | 0,02 |
| 75693 | 2002-08-28 | 116857403701 | MONTMAGNY | Montmagny | 10000 | 12 | RIV | 0 | 240 | 8 | 85,9 | 8,5 | 0,7 | <0,02 | 0,1 | <0,01 |
| 75916 | 2002-08-29 | 134307724701 | SAINTE-ÉMÉLIE-DE-L'ÉNERGIE | Sainte-Émélie-de-l'Énergie | 950 | 14 | RIV | 0 | 90 | 25 | 49,8 | 6,2 | 4,1 | 0,04 | 0,16 | <0,01 |
| 75921 | 2002-08-29 | 118646344701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 1610 | 12 | RIV | 0 | 0 | 0 | 93,3 | 0,9 | 0,28 | <0,02 | 0,2 | <0,01 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

DIF: difficultés techniques à l'analyse - résultat non transmis

Résultats en eau de surface - eau brute des approvisionnements "Témoins éloignés"

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Résultats microbiologiques | | | Résultats physico-chimiques | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------|--------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Coliphages F spécifiques (UFP/100 ml) | Entérocoques (UFC/100 ml) | E. coli (UFC/100 ml) | Pourcentage de transmittance UV (%) | Carbone organique total (mg/L) | Turbidité (UTN) | Azote ammoniacal (mg/L N) | Nitrate-nitrites (mg/L N) | Phosphore total (mg/L P) |
| 74653 | 2002-08-19 | 134339904701 | LAC-AUX-SABLES | Lac-aux-Sables | 1015 | 4 | LAC | 0 | 0 | 0 | 85,5 | 2,8 | 0,4 | <0,02 | 0,11 | <0,01 |
| 74808 | 2002-08-20 | 134245024701 | RÉSEAU MONT-JOIE | St-Élie-d'Orford | 900 | 5 | LAC | 0 | 0 | 0 | 68,2 | 4,9 | 0,5 | <0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 74812 | 2002-08-20 | 134246434701 | SECTEUR OWL'S HEAD | Canton de Potton | 300 | 5 | LAC | 0 | 0 | 0 | 87,3 | 2,7 | 1,7 | <0,02 | 0,24 | <0,01 |
| 74828 | 2002-08-20 | 134357714701 | LA MINERVE | La Minerve | 250 | 15 | LAC | 4 | 0 | 0 | 62,7 | 3,2 | 26 | 0,03 | 0,1 | <0,01 |
| 75022 | 2002-08-21 | 134324554701 | MONT-LAURIER | Mont-Laurier | 8001 | 15 | LAC | 3 | 2 | 11 | 88,3 | 8,4 | 1 | <0,02 | <0,02 | <0,01 |
| 75024 | 2002-08-21 | 183870842701 | NOTRE-DAME-DE-LA-SALETTE | Notre-Dame-de-la-Salette | 300 | 7 | LAC | 2 | 0 | 0 | 78,1 | 11 | 1,8 | 0,02 | <0,02 | 0,01 |
| 75485 | 2002-08-26 | 134270755701 | SAINT-AIMÉ-DES-LACS | Saint-Aimé-des-Lacs | 363 | 3 | LAC | 0 | 98 | 92 | 92,6 | 5,1 | 1,4 | 0,04 | 0,02 | 0,02 |
| 75624 | 2002-08-27 | 134317704701 | VAL-BARETTE | Val-Barette | 500 | 15 | LAC | 0 | 2 | 0 | 84,3 | 3,2 | 0,39 | <0,02 | 0,02 | <0,01 |
| 75633 | 2002-08-27 | 134351282701 | HUBERDEAU | Huberdeau | 800 | 15 | LAC | 0 | 0 | 0 | 83,4 | 2,7 | 0,85 | <0,02 | 0,03 | <0,01 |
| 75928 | 2002-08-28 | 134354902701 | AMHERST | Amherst | 495 | 15 | LAC | 0 | 0 | 2 | 78,8 | 2,5 | 0,43 | <0,02 | 0,12 | <0,01 |
| 74810 | 2002-08-20 | 134334794701 | MANIWAKI | Maniwaki | 4527 | 7 | RIV | 0 | 52 | 18 | 59,9 | 5,4 | 1,1 | <0,02 | 0,09 | <0,01 |
| 75042 | 2002-08-20 | 115607823701 | QUÉBEC | Québec | 163500 | 3 | RIV | 2 | 78 | 121 | 93,4 | 3,3 | 2,8 | <0,02 | 0,17 | <0,01 |
| 76238 | 2002-09-04 | 134279843701 | MONT-TREMBLANT (RIV. LA DIABLE) | Mont-Tremblant | 3830 | 15 | RIV | 0 | 2800 | 36 | 72,2 | 3 | 1,1 | 0,39 | 0,17 | <0,01 |
| 75874 | 2002-08-28 | 151997225701 | Beauport-Des Îlets | Beauport | 70001 | 3 | RIV | 0 | 90 | 0 | DIF | 3,1 | 0,77 | <0,02 | 0,05 | <0,01 |
| 75936 | 2002-08-29 | 134291134701 | BEAUPRÉ | Beaupré | 6300 | 3 | RIV | 0 | 3 | 2 | 68,1 | 1,2 | 10 | 0,02 | 0,09 | <0,01 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

DIF: difficultés techniques à l'analyse - résultat non transmis

*: échantillon non pris en compte dans les analyses statistiques

Résultats en extrémité de réseau - Exposés (approvisionnement: eau souterraine)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/l) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 74831 | 2002-08-20 | 134261351701 | LANORAIE | Lanoraie | 2700 | 14 | PTU | 0,1 | 12 | 7,6 | 3,3 | 2,76 | 1,55 | 0,17 | 7,78 |
| 75046 | 2002-08-21 | 134248740702 | AQUEDUC KILDARE | Rawdon | 348 | 14 | PTU | 0,14 | 17,6 | 7,96 | 40 | 6,7 | 0,6 | <0,06 | 47,3 |
| 74819 | 2002-08-20 | 134360350701 | AUDET | Audet | 360 | 5 | PTU | 0,45 | | | 3 | 1,09 | 0,28 | <0,06 | 4,37 |
| 75608 | 2002-08-27 | 134360840701 | MELOCHEVILLE | Beauharnois | 1980 | 16 | PTU | 0,24 | 19 | 7,57 | 10 | 9 | 5,5 | 0,51 | 25,01 |
| 74817 | 2002-08-20 | 134314571701 | MANSEAU | Manseau | 610 | 17 | SDH | | | | 16 | 4,9 | 0,73 | <0,06 | 21,63 |
| 74663 | 2002-08-19 | 120169111701 | WATERLOO | Waterloo | 4600 | 16 | SOUT | 0,02 | 26 | | 10 | 7,7 | 4,7 | 0,55 | 22,95 |
| 74665 | 2002-08-19 | 120169111701 | WATERLOO | Waterloo | 4600 | 16 | SOUT | 0,02 | 26 | | 9,8 | 7,9 | 4,8 | 0,6 | 23,1 |
| 75036 | 2002-08-21 | 134310021701 | HAM-NORD | Ham-Nord | 561 | 17 | SOUT | 0,24 | 17 | 7,91 | 1,08 | 0,41 | 0,44 | 0,15 | 2,08 |
| 75525 | 2002-08-26 | 134370660701 | SAINTE-AURÉLIE | Sainte-Aurélie | 800 | 12 | PTU | 0,16 | 14,8 | 8,12 | 9,2 | 1,56 | 0,57 | 0,11 | 11,44 |
| 75612 | 2002-08-27 | 134291701701 | SAINT-PROSPER | Saint-Prosper | 2800 | 12 | PTU | 0,2 | 16 | 6 | <0,06 | 0,18 | 0,17 | <0,06 | 0,35 |
| 75699 | 2002-08-28 | 318454311702 | SAINT-CÔME-LINIÈRE-MORIN | Saint-Côme-Linière | 800 | 12 | PTU | 0,15 | 19 | 6,5 | 0,88 | 0,41 | 0,16 | <0,06 | 1,45 |
| 75713 | 2002-08-28 | 318458370702 | PARC ÉRABLIÈRE (Saint-Nicolas) | Lévis | 585 | 12 | PTU | 0,02 | 11 | 7,65 | 12 | 6,7 | 2,75 | 0,19 | 21,64 |
| 74825 | 2002-08-20 | 134293861701 | SAINT-FABIEN-DE-PANET | Saint-Fabien-de-Panet | 600 | 12 | SOUT | 0,3 | | | 3,8 | 2,55 | 1,4 | 0,15 | 7,9 |

Légende:

PTU: puits tubulaire

SDH: source à drains horizontaux

SOUT: mélange de plusieurs sources

Résultats en extrémité de réseau - Témoins adjacents (approvisionnement: eau souterraine)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Numéro du poste | Identification des stations | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/L) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 74827 | 2002-08-20 | 134248330701 | SAINT-ESPRIT | Saint-Esprit | 1210 | 14 | PTU | 0,09 | 16 | 7,4 | 14 | 18 | 17 | 2,44 | 51,44 |
| 75027 | 2002-08-21 | 13426060701 | SAINT-ROCH-DE-L'ACHIGAN | Saint-Roch-de-l'Achigan | 2000 | 14 | PTU | | 11 | 7 | 0,07 | 0,06 | <0,05 | <0,06 | 0,13 |
| 75631 | 2002-08-27 | 137862230701 | SAINT-AMBROISE-DE-KILDARE | Saint-Ambroise-de-Kildare | 1000 | 14 | PTU | | | | 31 | 18 | 7,3 | 0,35 | 56,65 |
| 76073 | 2002-09-03 | 134267211702 | SAINTE-MÉLANIE (CARILLON) | Sainte-Mélanie | 145 | 14 | PTU | 0,24 | 15 | | 5,2 | 0,53 | 0,07 | <0,06 | 5,8 |
| 75692 | 2002-08-28 | 905249501701 | SAINT-FÉLIX-DE-VALOIS | Saint-Félix-de-Valois | 4270 | 14 | SOUT | 0,48 | 17,2 | 6 | 1,96 | 0,96 | 0,33 | <0,06 | 3,25 |
| 75623 | 2002-08-27 | 134329191701 | WARWICK | Warwick | 5050 | 17 | PRA | 0,02 | 15,5 | 7 | 8 | 3,9 | 1,37 | 0,07 | 13,34 |
| 74821 | 2002-08-20 | 134318041701 | SAINTE-SOPHIE-D'HALIFAX | Sainte-Sophie-d'Halifax | 107 | 17 | PTU | | | | 0,34 | 0,32 | 0,2 | <0,06 | 0,86 |
| 75021 | 2002-08-21 | 134270181701 | UPTON | Upton | 930 | 16 | PTU | 0,01 | 19,2 | 6,98 | 8 | 5,9 | 2,84 | 0,25 | 16,99 |
| 75041 | 2002-08-21 | 134283700701 | WICKHAM | Wickham | 700 | 17 | PTU | | | | 33 | 9 | 1,91 | <0,06 | 43,91 |
| 75331 | 2002-08-26 | 13427060701 | SAINT-LIBOIRE | Saint-Liboire | 1575 | 16 | PTU | 0,12 | 18 | 7,4 | 33 | 8,1 | 1,31 | <0,06 | 42,41 |
| 75621 | 2002-08-27 | 318461160701 | SAINT-GERMAIN-DE-GRANTHAM | Saint-Germain-de-Grantham | 2501 | 17 | PTU | 0,02 | 17 | 8,1 | 0,14 | <0,04 | <0,05 | <0,06 | 0,14 |
| 75638 | 2002-08-27 | 165229061701 | SAINTE-HÉLÈNE-DE-BAGOT | Sainte-Hélène-de-Bagot | 1025 | 16 | PTU | 0,01 | | | 0,67 | 1,3 | 4 | 15 | 20,97 |
| 75705 | 2002-08-28 | 900115290702 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 186 | 17 | PTU | 0,33 | 15,9 | 7,44 | 7,3 | 9,1 | 8,5 | 1,1 | 26 |
| 75707 | 2002-08-28 | 120623781701 | SAINT-CÉSaire | Saint-Césaire | 2710 | 16 | PTU | 0,15 | 17,16 | 7,89 | 0,71 | 1,71 | 2,68 | 1,51 | 6,61 |
| 75717 | 2002-08-28 | 134338340701 | SAINTE-CLOTILDE-DE-HORTON | Sainte-Clotilde-de-Horton | 329 | 17 | PTU | 0,09 | 16,1 | 7,35 | 4,5 | 0,58 | <0,05 | <0,06 | 5,08 |
| 75722 | 2002-08-28 | 900115290701 | SAINT-LÉONARD-D'ASTON | Saint-Léonard-d'Aston | 1080 | 17 | PTU | 0,02 | 16,8 | 7,52 | 2,27 | 1,28 | 0,56 | 0,16 | 4,27 |
| 75913 | 2002-08-29 | 134288750701 | ROUGEMONT | Rougemont | 2050 | 16 | PTU | 0,1 | 9,5 | 7,37 | 4,6 | 5,1 | 5,3 | 0,94 | 15,94 |
| 75927 | 2002-08-29 | 134317880701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 540 | 17 | PTU | | | | 35 | 7,8 | 1,52 | <0,06 | 44,32 |
| 74656 | 2002-08-19 | 134330570701 | PRINCEVILLE | Princeville | 4130 | 17 | SDH | 0,06 | 17 | | 26 | 4,9 | 0,46 | <0,06 | 31,36 |
| 75925 | 2002-08-29 | 134317621701 | BERNIERVILLE | Saint-Ferdinand | 1800 | 17 | SOUT | | | | 3 | 1,13 | 0,31 | <0,06 | 4,44 |
| 74385 | 2002-08-14 | 318461731701 | SCOTT | Scott | 450 | 12 | PTU | 0,42 | 18,5 | 8,2 | 7 | 1,38 | 0,24 | <0,06 | 8,62 |
| 74645 | 2002-08-19 | 134311920701 | SAINT-FLAVIEN | Saint-Flavien | 940 | 12 | PTU | 0,46 | 12 | 7,2 | 8,3 | 0,55 | <0,05 | <0,06 | 8,85 |
| 74667 | 2002-08-19 | 134283471701 | SAINT-LAZARE | Saint-Lazare-de-Bellechasse | 750 | 12 | PTU | 0,62 | 14 | | 1,77 | 1,48 | 0,87 | 0,09 | 4,21 |
| 74823 | 2002-08-20 | 134282970701 | HONFLEUR | Honfleur | 300 | 12 | PTU | 0,82 | 14 | 7,7 | 11 | 3,7 | 1,24 | 0,08 | 16,02 |
| 75034 | 2002-08-21 | 134363991701 | SAINTE-MARGUERITE | Sainte-Marguerite | 291 | 12 | PTU | 0,47 | 16,7 | | 0,68 | 0,73 | 0,63 | 0,15 | 2,19 |
| 75709 | 2002-08-28 | 166430171701 | SAINTE-CLAIRE | Sainte-Claire | 2500 | 12 | PTU | 0,26 | 15 | 7,7 | 10 | 4,1 | 1,72 | 0,14 | 15,96 |
| 76237 | 2002-09-04 | 134382961701 | SAINT-ÉPHREM-DE-BEAUCE | Saint-Éphrem-de-Beauce | 1500 | 12 | PTU | 0,09 | 15 | | 1,13 | 3,3 | 6,1 | 3,8 | 14,33 |
| 75489 | 2002-08-26 | 134373711701 | SAINT-FRÉDÉRIC | Saint-Frédéric | 875 | 12 | SBU | | | | 4,2 | 0,76 | 0,23 | <0,06 | 5,19 |
| 74815 | 2002-08-20 | 318335511701 | SAINT-CHARLES-DE-BELLECHASSE | Saint-Charles-de-Bellechasse | 1535 | 12 | SDH | | | | 15 | 2,71 | 0,48 | <0,06 | 18,19 |
| 75497 | 2002-08-26 | 134280991701 | SAINT-GERVAIS | Saint-Gervais | 1350 | 12 | SDH | 0,32 | | 7 | 0,59 | 1,16 | 1,51 | 0,52 | 3,78 |
| 75032 | 2002-08-21 | 134364231701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 800 | 12 | SOUT | 0,17 | | 7,2 | 19 | 3,6 | 0,81 | 0,07 | 23,48 |
| 75038 | 2002-08-21 | 134364231701 | SAINTE-HÉNÉDINE | Sainte-Hénédine | 800 | 12 | SOUT | 0,17 | | 7,2 | 19 | 3,8 | 0,82 | <0,06 | 23,62 |
| 75495 | 2002-08-26 | 110058571701 | SAINT-ANSELME PAROISSE | Saint-Anselme | 462 | 12 | SOUT | 0,04 | 14,5 | 6,89 | 20 | 4,5 | 0,91 | <0,06 | 25,41 |
| 75502 | 2002-08-26 | 134279680701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 541 | 12 | SOUT | 0,18 | 15,5 | 7,6 | 21 | 13 | 5,5 | 0,33 | 39,83 |
| 75511 | 2002-08-26 | 134279680701 | LA DURANTAYE | La Durantaye | 541 | 12 | SOUT | 0,2 | 15,8 | 7,6 | 21 | 13 | 5,4 | 0,32 | 39,72 |
| 75606 | 2002-08-27 | 134310101701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 800 | 12 | SOUT | 0,23 | | | 6,1 | 3,3 | 1,63 | 0,26 | 11,29 |
| 75614 | 2002-08-27 | 134310100701 | SAINT-MICHEL-DE-BELLECHASSE | Saint-Michel-de-Bellechasse | 800 | 12 | SOUT | 0,42 | | | 160 | 2,79 | <0,05 | <0,06 | 162,79 |

Légende:

PRA: puits rayonnant

PTU: puits tubulaire

SBU: source à bassin unique

SDH: source à drains horizontaux

SOUT: mélange de plusieurs sources

Résultats en extrémité de réseau - Témoins éloignés (approvisionnement: eau souterraine)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|-----|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/L) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 75920 | 2002-08-29 | 117774220701 | TROIS-RIVIÈRES-OUEST | Trois-Rivières-Ouest | 24000 | 4 | PTU | 0,03 | 18,4 | | 4,8 | 0,77 | 0,11 | <0,06 | 5,68 |
| 76245 | 2002-09-04 | 134275620701 | VAL-DAVID (PUITS CHICOINE) | Val-David | 1200 | 15 | PTU | 0,18 | 13 | 6,8 | 0,62 | 0,9 | 1,3 | 0,73 | 3,55 |
| 75516 | 2002-08-26 | 134316970701 | NEUVILLE | Neuville | 1166 | 3 | SBU | 0,83 | 17 | | 12 | 6,2 | 2,02 | 0,09 | 20,31 |
| 75703 | 2002-08-28 | 134324141701 | SAINT-ALBAN | Saint-Alban | 690 | 3 | SBU | 0,23 | | | 0,11 | 0,06 | <0,05 | <0,06 | 0,17 |
| 76247 | 2002-09-04 | 134328770701 | MONT-ST-MICHEL | Mont-Saint-Michel | 456 | 15 | SBU | 0,3 | 16 | 7,2 | 27 | 2,58 | 0,14 | <0,06 | 29,72 |
| 75601 | 2002-08-27 | 119221190701 | PORTNEUF | Portneuf | 1100 | 3 | SOUT | 0,6 | | | 1,49 | 0,41 | 0,11 | <0,06 | 2,01 |
| 75610 | 2002-08-27 | 119221190701 | PORTNEUF | Portneuf | 1100 | 3 | SOUT | 0,69 | | | <0,06 | <0,04 | <0,05 | <0,06 | 0 |
| 75697 | 2002-08-28 | 134246430702 | POTTON-SECTEUR MANSONVILLE | Potton | 900 | 5 | PTU | 0,04 | 17 | 7 | 1,06 | 1,58 | 1,8 | 0,64 | 5,08 |

Légende:

PTU: puits tubulaire

SBU: source à bassin unique

SDH: source à drains horizontaux

SOUT: mélange de plusieurs sources

Résultats en extrémité de réseau - Exposés (approvisionnement: eau de surface et source mixte)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Numéro du poste | Identification des stations | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/L) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 75010 | 2002-08-21 | 114306000701 | REPENTIGNY | Repentigny | 56555 | 14 | RIV | 0,31 | 25 | 7,73 | 3,4 | 15 | 42 | 44 | 104,4 |
| 75505 | 2002-08-26 | 134265560701 | L'ÉPIPHANIE (Ville) | L'Épiphanie | 3954 | 14 | RIV | 0,5 | 17 | 7,2 | 55 | 11 | 1,29 | <0,06 | 67,29 |
| 75628 | 2002-08-27 | 134261680701 | CRABTREE | Crabtree | 2273 | 14 | RIV | 0,18 | 19,9 | 7,61 | 90 | 11 | 0,89 | <0,06 | 101,89 |
| 76243 | 2002-09-03 | 134263250701 | L'ASSOMPTION | L'Assomption | 12000 | 14 | RIV | 0,29 | 22 | 7,74 | 37 | 19 | 11 | 1,02 | 68,02 |
| 76761 | 2002-09-10 | 113178560701 | JOLIETTE | Joliette | 18308 | 14 | RIV | | | | 15 | 2,94 | 0,42 | <0,06 | 18,36 |
| 75507 | 2002-08-26 | 315432830701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 27010 | 17 | MIX | 0,39 | 19 | 6,96 | 23 | 4,4 | 0,57 | <0,06 | 27,97 |
| 75729 | 2002-08-28 | 134262340701 | SAINT-DOMINIQUE | Saint-Dominique | 1500 | 16 | MIX | 0,07 | 18 | 7,7 | 200 | 28 | 2,97 | 0,1 | 231,07 |
| 73795 | 2002-08-08 | 120219520701 | DANVILLE | Danville | 2400 | 5 | RIV | 0,04 | 18 | 7,8 | 150 | 64 | 20 | 2,08 | 236,08 |
| 74639 | 2002-08-19 | 116223540701 | ASBESTOS | Asbestos | 6700 | 5 | RIV | 0,05 | 22,5 | 7,25 | 120 | 5,4 | 0,17 | <0,06 | 125,57 |
| 74807 | 2002-08-20 | 116278170701 | FARNHAM | Farhnam | 6088 | 16 | RIV | 0,17 | 23,5 | 7,22 | 110 | 20 | 2,55 | <0,06 | 132,55 |
| 75619 | 2002-08-27 | 134308220701 | GRANBY | Granby | 43500 | 16 | RIV | 0,22 | 22,3 | 7,43 | 140 | 7,8 | 0,28 | <0,06 | 148,08 |
| 75932 | 2002-08-29 | 151935190701 | SAINT-HYACINTHE | Saint-Hyacinthe | 39350 | 16 | RIV | 0,02 | 21,1 | 7,1 | 180 | 27 | 2,77 | 0,08 | 209,85 |
| 74633 | 2002-08-19 | 119798950701 | COWANSVILLE | Cowansville | 12010 | 16 | LAC | 0,37 | 21,8 | 7,06 | 98 | 7,9 | 0,33 | <0,06 | 106,23 |
| 75518 | 2002-08-26 | 134255820701 | VALCOURT | Valcourt | 3450 | 5 | LAC | 0,08 | 12 | 6,9 | 28 | 2,66 | 0,09 | <0,06 | 30,75 |
| 75636 | 2002-08-27 | 134269110701 | SAINT-PIE (VILLE) | Saint-Pie | 3432 | 16 | LAC | 0,09 | 10 | 6,57 | 49 | 1,54 | <0,05 | <0,06 | 50,54 |
| 75514 | 2002-08-26 | 315432830701 | VICTORIAVILLE | Victoriaville | 27010 | 17 | MIX | 0,29 | 19 | 7,57 | 46 | 8,3 | 1,18 | <0,06 | 55,48 |
| 75715 | 2002-08-28 | 169757730701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 9000 | 12 | MIX | 0,12 | 19 | 7,3 | 110 | 11 | 1,05 | <0,06 | 122,05 |
| 74636 | 2002-08-19 | 155900860701 | SAINT-HENRI | Saint-Henri | 2500 | 12 | RIV | 0,27 | 16,3 | 7,65 | 110 | 3 | 0,33 | <0,06 | 113,33 |
| 74642 | 2002-08-19 | 134366050701 | SAINT-ANSELME (VIL.) | Saint-Anselme | 2500 | 12 | RIV | 0,18 | 17,9 | 7,16 | 58 | 5,4 | 0,33 | <0,06 | 63,73 |
| 75523 | 2002-08-26 | 134291540701 | CHARNY | Lévis | 31164 | 12 | RIV | 0 | 21,9 | 7,39 | 52 | 7,4 | 0,65 | <0,06 | 60,05 |
| 75509 | 2002-08-26 | 287209440702 | ST-GEORGES (OUEST) | Saint-Georges Ouest | 6300 | 12 | LAC | 0 | 20 | 6,2 | 140 | 3,5 | <0,05 | <0,06 | 143,5 |
| 75720 | 2002-08-28 | 134289170701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 2500 | 12 | MIX | 0,08 | 17,8 | 7,78 | 89 | 35 | 11 | 0,41 | 135,41 |
| 75725 | 2002-08-28 | 169757730701 | SAINTE-MARIE | Sainte-Marie | 9000 | 12 | MIX | 0,68 | 20 | 7,7 | 94 | 7,6 | 0,4 | <0,06 | 102 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

LAC: Approvisionnement en lac

Résultats en extrémité de réseau - Témoins adjacents (approvisionnement: eau de surface et source mixte)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/L) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 75527 | 2002-08-26 | 134262181701 | SAINT-ANTOINE réseau CARMEN | Lavaltrie | 956 | 14 | MIX | 0,05 | 17 | 7,64 | 31 | 8,3 | 2,39 | 0,19 | 41,88 |
| 75917 | 2002-08-29 | 134307720701 | SAINTE-ÉMÉLIE-DE-L'ÉNERGIE | Sainte-Émélie-de-l'Énergie | 950 | 14 | RIV | 2 | | | 200 | 3,4 | 0,06 | <0,06 | 203,46 |
| 75019 | 2002-08-21 | 134264400701 | MANDEVILLE | Mandeville | 1050 | 14 | LAC | 0,05 | | | 110 | 2,77 | 0,07 | <0,06 | 112,84 |
| 75533 | 2002-08-26 | 134268870701 | SAINT-COME | Saint-Come | 900 | 14 | LAC | 0,46 | | | 44 | 1,12 | <0,05 | <0,06 | 45,12 |
| 75604 | 2002-08-27 | 134265490701 | SAINT-ZÉNON | Saint-Zénon | 1149 | 14 | LAC | 0,3 | 17 | 6,8 | 89 | 1,51 | <0,05 | <0,06 | 90,51 |
| 75017 | 2002-08-21 | 134249650701 | RAWDON | Rawdon | 5100 | 14 | MIX | 0,08 | 16,3 | 6,92 | 92 | 0,91 | <0,05 | <0,06 | 92,91 |
| 75030 | 2002-08-21 | 134246760701 | SUTTON | Canton de Sutton | 1500 | 16 | LAC | | | | 120 | 3,1 | <0,05 | <0,06 | 123,1 |
| 75701 | 2002-08-28 | 134289170701 | BREAKEYVILLE | Lévis | 2500 | 12 | MIX | 0,08 | 17,8 | 7,78 | 84 | 32 | 9,9 | 0,34 | 126,24 |
| 74648 | 2002-08-19 | 134297330701 | L'ISLET | L'Islet | 2943 | 12 | RIV | 0,08 | 10 | 7,45 | 57 | 3,1 | 0,11 | <0,06 | 60,21 |
| 75015 | 2002-08-21 | 134292950701 | SAINT-PAUL-DE-MONTMINY | Saint-Paul-de-Montminy | 800 | 12 | RIV | 0,14 | 19 | | 93 | 3,5 | 0,18 | 0,07 | 96,75 |
| 75493 | 2002-08-26 | 117456840701 | BEAUCEVILLE | Beauceville | 5220 | 12 | RIV | 0,6 | 19 | 7,7 | 87 | 3,4 | 0,1 | <0,06 | 90,5 |
| 75500 | 2002-08-26 | 287209440701 | SAINT-GEORGES EST | Saint-Georges Est | 13157 | 12 | RIV | 1,03 | 20 | 7,8 | 91 | 3,9 | 0,12 | <0,06 | 95,02 |
| 75695 | 2002-08-28 | 116857400701 | MONTMAGNY | Montmagny | 10000 | 12 | RIV | 0,09 | 16 | 7,52 | 61 | 2 | <0,05 | <0,06 | 63 |
| 75923 | 2002-08-29 | 118646340701 | SAINTE-PERPÉTUE | Sainte-Perpétue | 1610 | 12 | RIV | | | | 40 | 3,4 | 0,2 | <0,06 | 43,6 |
| 75640 | 2002-08-27 | 134319370701 | BEAULAC-GARTHBY | Beaulac-Garthby | 380 | 12 | LAC | 0,08 | 19 | | 210 | 1,8 | <0,05 | <0,06 | 211,8 |
| 75727 | 2002-08-28 | 134314320701 | COLERAINÉ | Saint-Joseph-de-Coleraine | 1800 | 12 | LAC | 0,03 | | | 130 | 2,45 | <0,05 | <0,06 | 132,45 |
| 75915 | 2002-08-29 | 318459280701 | THETFORD MINES | Thetford Mines | 19272 | 12 | LAC | 0,44 | 19 | 6,4 | 250 | 2,98 | <0,05 | <0,06 | 252,98 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

LAC: Approvisionnement en lac

Résultats en extrémité de réseau - Témoins éloignés (approvisionnement: eau de surface et source mixte)

| Numéro d'échantillon au laboratoire | Date de prélèvement | Identification des stations | | | | | | Données fournies par l'exploitant | | | Résultats physico-chimiques | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------------|------------------|------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| | | Numéro du poste | Nom de la station | Nom de la municipalité | Population desservie | Région | Type d'approvisionnement | Chlore résiduel libre (mg/L) | Température (°C) | pH | Chloroforme (µg/L) | Bromodichlorom éthane (µg/L) | Dibromochlorom éthane (µg/L) | Bromoforme (µg/L) | Trihalométhanes totaux (µg/L) |
| 75483 | 2002-08-26 | 134272570701 | SAINT-HIPPOLYTE | Saint-Hippolyte | 196 | 15 | LAC | | | | 87 | 5,2 | 0,21 | <0,06 | 92,41 |
| 74811 | 2002-08-20 | 134334790701 | MANIWAKI | Maniwaki | 4527 | 7 | RIV | 0,06 | 20,4 | 6,72 | 79 | 2,32 | <0,05 | <0,06 | 81,32 |
| 75044 | 2002-08-20 | 115607820701 | QUÉBEC | Québec | 163500 | 3 | RIV | 0,01 | 22,5 | 7,64 | 71 | 6,7 | 0,51 | <0,06 | 78,21 |
| 75876 | 2002-08-28 | 151997220701 | Beauport-Des Îlets | Beauport | 70001 | 3 | RIV | | | | 0,07 | <0,04 | <0,05 | <0,06 | 0,07 |
| 75937 | 2002-08-29 | 134291130701 | BEAUPRÉ | Beaupré | 6300 | 3 | RIV | 1,5 | 19 | 7,8 | 100 | 1,16 | <0,05 | <0,06 | 101,16 |
| 74654 | 2002-08-19 | 134339900701 | LAC-AUX-SABLES | Lac-aux-Sables | 1015 | 4 | LAC | 0,25 | 7 | 6,6 | 1,77 | <0,04 | <0,05 | <0,06 | 1,77 |
| 74829 | 2002-08-20 | 134357710701 | LA MINERVE | La Minerve | 250 | 15 | LAC | | | | 81 | 1,76 | <0,05 | <0,06 | 82,76 |
| 75023 | 2002-08-21 | 134324550701 | MONT-LAURIER | Mont-Laurier | 8001 | 15 | LAC | 0,02 | 22 | 5,9 | 110 | 1,2 | <0,05 | <0,06 | 111,2 |
| 75025 | 2002-08-21 | 183870840701 | NOTRE-DAME-DE-LA-SALETTE | Notre-Dame-de-la-Salette | 300 | 7 | LAC | 0 | 19 | | 94 | 1,04 | <0,05 | <0,06 | 95,04 |
| 75486 | 2002-08-26 | 134270750701 | SAINT-AIMÉ-DES-LACS | Saint-Aimé-des-Lacs | 363 | 3 | LAC | 0,14 | 18 | 8,9 | 79 | 5,3 | 0,33 | <0,06 | 84,63 |
| 75625 | 2002-08-27 | 134317700701 | VAL-BARETTE | Val-Barette | 500 | 15 | LAC | 0,09 | | | 18 | 0,59 | <0,05 | <0,06 | 18,59 |
| 75634 | 2002-08-27 | 134351281701 | HUBERDEAU | Huberdeau | 800 | 15 | LAC | | | | <0,06 | <0,04 | <0,05 | <0,06 | 0 |
| 75929 | 2002-08-28 | 134354901701 | AMHERST | Amherst | 495 | 15 | LAC | | | | 80 | 1,21 | <0,05 | <0,06 | 81,21 |
| 74809 | 2002-08-20 | 134245020701 | RÉSEAU MONT-JOIE | St-Élie-d'Orford | 900 | 5 | LAC | 0,2 | 19,2 | | 220 | 4 | <0,05 | <0,06 | 224 |
| 74813 | 2002-08-20 | 134246430701 | SECTEUR OWL'S HEAD | Canton de Potton | 300 | 5 | LAC | 0,06 | 15 | 6,5 | 30 | 2,17 | <0,05 | <0,06 | 32,17 |

Légende:

RIV: Approvisionnement en rivière

LAC: Approvisionnement en lac

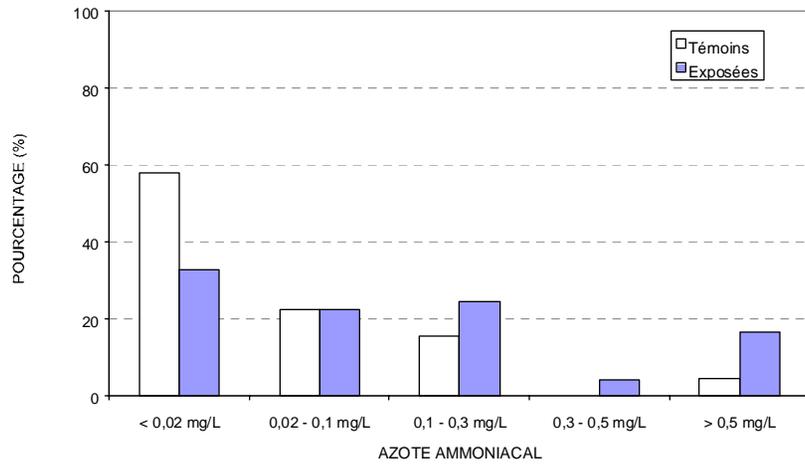
ANNEXE VII

LISTE DES FIGURES POUR LES PARAMÈTRES CHIMIQUES EN EAU SOUTERRAINE

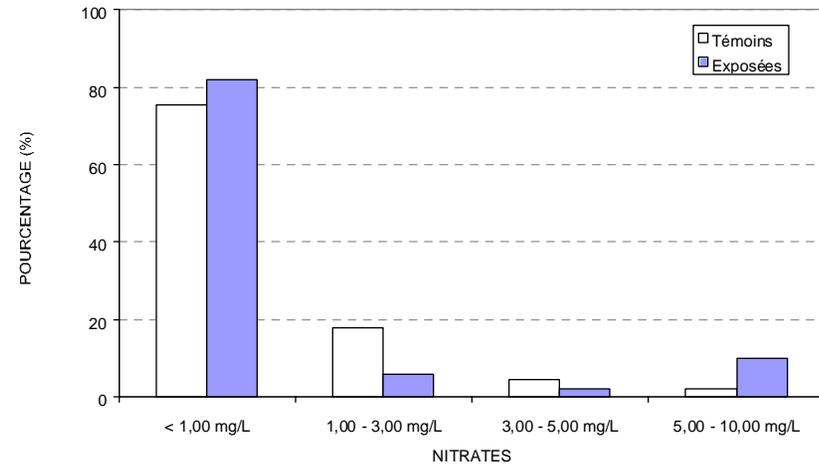
LISTE DES FIGURES POUR LES PARAMÈTRES CHIMIQUES EN EAU SOUTERRAINE

- Figure 1a Réseaux approvisionnés en eau souterraine : comparaison des résultats d'azote ammoniacal (Zones témoins regroupés versus zones exposées)
- Figure 1b Réseaux approvisionnés en eau souterraine : comparaison des résultats de nitrates ($\text{NO}_3\text{-NO}_2$) (Zones témoins regroupés versus zones exposées)
- Figure 1c Réseaux approvisionnés en eau souterraine : comparaison des résultats de phosphore (Zones témoins regroupés versus zones exposées)
- Figure 1d Réseaux approvisionnés en eau souterraine : comparaison des résultats de carbone organique total (Zones témoins regroupés versus zones exposées)

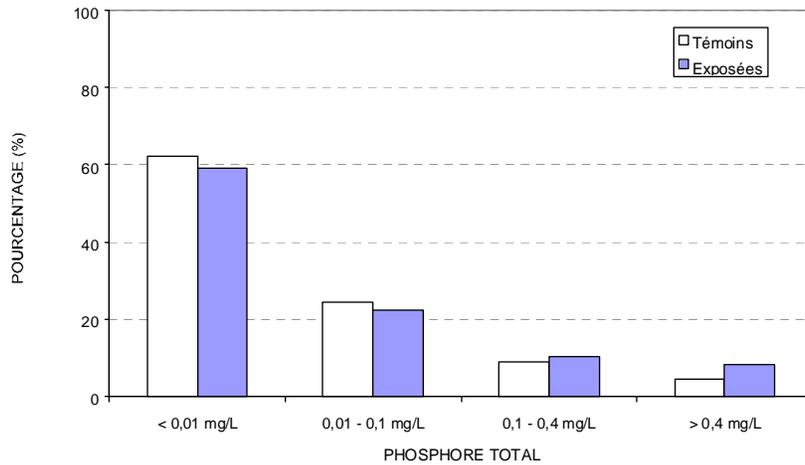
1a) Réseaux approvisionnés en eau souterraine
 Comparaison des résultats
 Zones témoins vs zones exposées



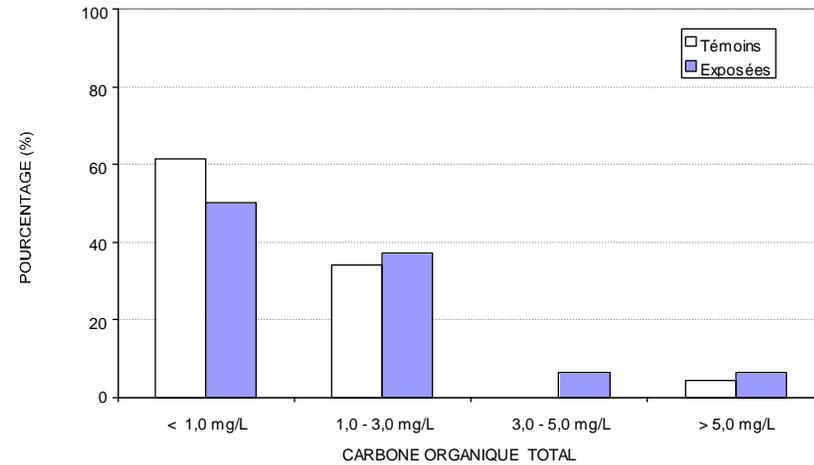
1b) Réseaux approvisionnés en eau souterraine
 Comparaison des résultats
 Zones témoins vs zones exposées



1c) Réseaux approvisionnés en eau souterraine
 Comparaison des résultats
 Zones témoins vs zones exposées



1d) Réseaux approvisionnés en eau souterraine
 Comparaison des résultats
 Zones témoins vs zones exposées



ANNEXE VIII

RÉSULTATS D'ANALYSE DES RÉSEAUX APPROVISIONNÉS PAR LES RIVIÈRES, POUR LES PARAMÈTRES CHIMIQUES

Résultats d'analyse des réseaux approvisionnés en rivières concernant les paramètres chimiques

| | Rivières | | | |
|---|-----------|------------------|----------------|------------------|
| | Surplus | Témoin proximité | Témoin éloigné | Témoins combinés |
| Nombre échantillons | | | | |
| Nombre de résultats en rivière | 16 | 7 | 4 | 11 |
| Nitrites-nitrates | | | | |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,02 mg/L) (%) | 16 (100%) | 7 (100%) | 4 (100%) | 11(100%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,540 | 0,200 | 0,170 | 0,200 |
| Moyenne (mg/L) | 0,253 | 0,109 | 0,100 | 0,105 |
| Médiane (mg/L) | 0,255 | 0,100 | 0,090 | 0,090 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,253 | 0,109 | 0,100 | 0,105 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,255 | 0,100 | 0,090 | 0,090 |
| Centile 90(mg/L) | 0,500 | 0,176 | 0,146 | 0,170 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 25,0% | 42,9% | 75,0% | 54,5% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,1 et 0,5 mg/L | 62,5% | 57,1% | 25,0% | 45,5% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,5 et 1.0 mg/L | 12,5% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| % des résultats positifs >=1 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Phosphore | | | | |
| Nombre de résultats en rivière | 16 | 7 | 4 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,01 mg/L) (%) | 12 (75%) | 1(15%) | 0 (0%) | 1(9%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,200 | 0,020 | 0,005 | 0,020 |
| Moyenne (mg/L) | 0,056 | 0,007 | 0,005 | 0,006 |
| Médiane (mg/L) | 0,035 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,073 | 0,020 | - | 0,015 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,065 | 0,020 | - | 0,015 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,13 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,01 et 0,02 mg/L | 8,3% | 0,0% | - | 0,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,03 mg/L | 25,0% | 100,0% | - | 100,0% |
| Pourcentage de résultats positifs supérieurs à 0,03 mg/L | 66,7% | 0,0% | - | - |
| Pourcentage de résultats RIVIÈRES >0,03 (mg/L) | 50,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

| | Rivières | | | |
|--|-----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | Surplus | Témoign proximité | Témoign éloigné | Témoins combinés |
| Azote ammoniacal | | | | |
| Nombre de résultats en rivière | 16 | 7 | 4 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,02 mg/L) (%) | 11 (69%) | 4 (57%) | 1 (25%) | 5 (45%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,16 | 0,05 | 0,02 | 0,05 |
| Moyenne (mg/L) | 0,039 | 0,026 | 0,013 | 0,021 |
| Médiane (mg/L) | 0,020 | 0,020 | 0,010 | 0,010 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,053 | 0,038 | 0,020 | 0,034 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,030 | 0,040 | 0,020 | 0,040 |
| 90e percentile (mg/L) | 0,095 | 0,044 | 0,017 | 0,040 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 81,8% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,1 et 0,3 mg/L | 18,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Pourcentage de résultats détectés entre 0,3 et 0,5 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| % des résultats positifs >0,5 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| COT | | | | |
| Nombre de résultats en rivière | 16 | 7 | 4 | 11 |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,1 mg/L) (%) | 16 (100%) | 7 (100%) | 4 (100%) | 11 (100%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 8,50 | 8,50 | 5,40 | 8,50 |
| Moyenne (mg/L) | 5,113 | 4,657 | 3,250 | 4,145 |
| Médiane (mg/L) | 5,250 | 4,900 | 3,200 | 3,300 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 5,113 | 4,657 | 3,250 | 4,145 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 5,250 | 4,900 | 3,200 | 3,300 |
| Centile 90 (mg/L) | 6,750 | 7,120 | 4,770 | 6,200 |
| Pourcentage de résultats positifs >= 0,1 et < 1,0 (mg/L) | 0,0% | 14,3% | 0,0% | 9,1% |
| Pourcentage de résultats positifs >=1,0 et < 3,0 (mg/L) | 6,3% | 14,3% | 25,0% | 18,2% |
| Pourcentage de résultats positifs >= 3,0 et < 5,0 (mg/L) | 31,3% | 28,6% | 50,0% | 36,4% |
| Pourcentage de résultats positifs >= 5,0 (mg/L) | 62,5% | 42,9% | 25,0% | 36,4% |

ANNEXE IX

RÉSULTATS D'ANALYSE DES RÉSEAUX APPROVISIONNÉS PAR LES LACS, POUR LES PARAMÈTRES CHIMIQUES

Résultats d'analyse pour les réseaux approvisionnés en lac pour les paramètres chimiques

| | Lacs | | | |
|---|----------|-------------------|-----------------|------------------|
| | Surplus | Témoign proximité | Témoign éloigné | Témoins combinés |
| Nombre échantillons | | | | |
| Nombre de résultats en lac | 4 | 9 | 10 | 19 |
| Nitrites-nitrates | | | | |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,02 mg/L) (%) | 4 (100%) | 8 (89%) | 8 (80%) | 16 (84%) |
| Concentration maximale (Mg/L) | 0,210 | 0,480 | 0,240 | 0,480 |
| Moyenne (mg/L) | 0,075 | 0,129 | 0,068 | 0,068 |
| Médiane (mg/L) | 0,035 | 0,040 | 0,025 | 0,040 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,075 | 0,144 | 0,083 | 0,113 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,035 | 0,100 | 0,065 | 0,070 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,162 | 0,264 | 0,132 | 0,216 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 75,0% | 50,0% | 50,0% | 50,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,1 et 0,5 mg/L | 25,0% | 50,0% | 50,0% | 50,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,5 et 1.0 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| % des résultats positifs >=1 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Phosphore | | | | |
| Nombre de résultats en lac | 4 | 9 | 10 | 19 |
| Nombre de résultats détectés au total (LDM=0,01 mg/L)(%) | 1 (25%) | 0 (0%) | 3 (30%) | 3 (16%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,010 | - | 0,020 | 0,020 |
| Moyenne (mg/L) | 0,006 | 0,005 | 0,008 | 0,008 |
| Médiane (mg/L) | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,005 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | - | - | 0,013 | 0,013 |
| Médiane des positifs (mg/L) | - | - | 0,010 | 0,010 |
| Centile 90 (mg/L) | - | - | 0,011 | 0,010 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,01 et 0,02 mg/L | 100,0% | 0,0% | 66,7% | 66,7% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,03 mg/L | 0,0% | 0,0% | 33,3% | 33,3% |
| Pourcentage de résultats positifs supérieurs à 0,03 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Pourcentage de résultats positifs LACS >0,02 (mg/L) | 0,0% | 0,0% | 33,3% | 33,3% |

| | Lacs | | | |
|--|----------|----------------------|--------------------|---------------------|
| | Surplus | Témoign proximité | Témoign éloigné | Témoins combinés |
| Azote ammoniacal | | | | |
| Nombre de résultats en lac | 4 | 9 | 10 | 19 |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,02 mg/L) (%) | 1 (25%) | 3 (33.3%) | 3 (30%) | 6(32%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 0,090 | 0,050 | 0,040 | 0,050 |
| Moyenne (mg/L) | 0,030 | 0,020 | 0,016 | 0,016 |
| Médiane mg/L | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 0,090 | 0,040 | 0,030 | 0,035 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 0,090 | 0,040 | 0,030 | 0,035 |
| Centile 90 (mg/L) | 0,066 | 0,042 | 0,031 | 0,040 |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,02 et 0,1 mg/L | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,1 et 0,3 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Pourcentage de résultats positifs entre 0,3 et 0,5 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| % des résultats positifs >0,5 mg/L | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| COT | | | | |
| Nombre de résultats en lac | 4 | 9 | 10 | 19 |
| Nombre de résultats détectés (LDM=0,1 mg/L) (%) | 4 (100%) | 9 (100%) | 10 (100%) | 19 (100%) |
| Concentration maximale (mg/L) | 5,400 | 7,900 | 11,000 | 11,000 |
| Moyenne (mg/L) | 3,625 | 4,589 | 4,650 | 4,650 |
| Médiane (mg/L) | 3,600 | 4,700 | 3,200 | 3,600 |
| Moyenne des positifs (mg/L) | 3,625 | 4,589 | 4,650 | 4,621 |
| Médiane des positifs (mg/L) | 3,600 | 4,700 | 3,200 | 3,600 |
| Centile 90 (mg/L) | 4,980 | 6,940 | 8,660 | 8,000 |
| Pourcentage de résultats positifs >= 0,1 et < 1,0 (mg/L) | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| Pourcentage de résultats positifs >=1,0 et < 3,0 (mg/L) | 25,0% | 22,2% | 40,0% | 31,6% |
| Pourcentage de résultats positifs >= 3,0 et < 5,0 (mg/L) | 50,0% | 33,3% | 30,0% | 31,6% |
| Pourcentage de résultats positifs >= 5,0 (mg/L) | 25,0% | 44,4% | 30,0% | 36,8% |



L'Étude sur la qualité de l'eau potable dans sept bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé comprend neuf rapports et un sommaire.

Sommaire

- 1. Méthodologie**
- 2. Caractérisation de l'eau souterraine dans les sept bassins versants**
- 3. Influence de la vulnérabilité des aquifères sur la qualité de l'eau des puits individuels dans la MRC de Montcalm**
- 4. Caractérisation des sources municipales d'approvisionnement en eau potable dans les sept bassins versants en surplus de fumier**
- 5. Étude de la consommation d'eau dans la population adulte**
- 6. Étude de la consommation d'eau chez les nourrissons**
- 7. Étude du risque de gastro-entérite chez les familles utilisant l'eau d'un puits domestique**
- 8. Incidence des maladies entériques potentiellement transmissibles par l'eau : Analyse des hospitalisations et des cas déclarés aux directions de santé publique 1995-1999**
- 9. Évaluation du risque à la santé pour la population exposée aux nitrates présents dans l'eau potable**

