



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



Incidence des maladies entériques
potentiellement transmissibles par l'eau :
Analyse des hospitalisations et des
cas déclarés aux directions de santé
publique 1995-1999



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

**INCIDENCE DES MALADIES ENTÉRIQUES POTENTIELLEMENT
TRANSMISSIBLES PAR L'EAU : ANALYSE DES HOSPITALISATIONS ET
DES CAS DÉCLARÉS AUX DIRECTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE 1995-1999**

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)

SEPTEMBRE 2004

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

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

Reproduction autorisée à des fins non commerciales à la condition d'en mentionner la source

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec, 2004

Bibliothèque nationale du Canada, 2004

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

COTE : INSPQ-2004-057

ISBN 2-550-43514

Envirodoq ENV/2004/0318

© 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.

Incidence des maladies entériques potentiellement transmissibles par l'eau : analyse des hospitalisations et des cas déclarés aux directions de santé publique 1995-1999 est un de ces rapports.

AUTEURS

Germain Lebel, M.A., M. Sc.	Direction Risques biologiques environnementaux et occupationnels Institut national de santé publique du Québec
Patrick Levallois, M.D., M. Sc., FRCPC	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)
Suzanne Gingras, M. Sc.	Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ)
Pierre Chevalier, Ph. D.	Direction Risques biologiques, environnementaux et occupationnels Institut national de santé publique du Québec

COLLABORATEURS

Réjean Dion	Laboratoire de santé publique Institut national de santé publique du Québec
Pierre Payment	Institut national de la recherche scientifique Institut Armand-Frappier
Suzanne Fortin	Direction de santé publique de Lanaudière
Ray Bustinza	Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ)
Madeleine Caron	Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ)
Monique Douville-Fradet	Institut national de santé publique du Québec
Pascal Michel	Santé Canada
Robert Pampalon	Direction Planification, recherche et innovation Institut national de santé publique du Québec
Isabel Parent	Ministère de l'Environnement du Québec
Jimmy Roberge	Stagiaire, maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke
Hélène Tremblay	Direction des politiques du secteur municipal Ministère de l'Environnement du Québec

SECRETARIAT

Denise Mercier	Institut national de santé publique du Québec
Martine Ratté	Unité de recherche en santé publique Centre de recherche du CHUL (CHUQ)

REMERCIEMENTS

COMITE 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

RÉSUMÉ

Des microorganismes pathogènes d'origine animale, responsables de symptômes gastro-entériques, peuvent être transmis aux humains par l'ingestion d'eau contaminée. Dans ce contexte, la présente étude visait l'évaluation de la fréquence des infections entériques potentiellement transmissibles par l'eau et dont l'origine pourrait être attribuable à des animaux de ferme. Deux bases de données sanitaires ont été utilisées à cette fin : la banque des hospitalisations (Med-Écho) et celle des maladies à déclaration obligatoire du Québec (MADO).

Le principal objectif de l'étude était de vérifier l'incidence des cas de maladies avec symptomatologie gastro-entérique aiguë chez les populations demeurant sur le territoire de municipalités considérées comme en surplus de fumier. L'état de surplus de fumier pour une municipalité était établi selon l'apport de phosphore provenant des déjections animales qui excède le besoin des cultures (bilan de phosphore selon la classification du ministère de l'Environnement du Québec [MENV]). Par ailleurs, le lien entre l'apparition de maladies gastro-intestinales et la source d'eau utilisée (puits ou réseau d'aqueduc) et son traitement (chloré ou non) a aussi été examiné.

Les données ont été compilées pour la période de 1995 à 1999 inclusivement. Le territoire étudié se subdivisait en municipalités dites exposées (en surplus de fumier) et témoins (non exposées à un surplus de fumier). Les municipalités exposées étaient localisées à l'intérieur de sept bassins versants considérés comme en surplus de fumier par le MENV : Chaudière, Etchemin, Boyer, Bayonne, L'Assomption, Yamaska et Nicolet. Trois types de municipalités témoins, non en surplus de fumier, ont été considérés :

- municipalités agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants considérés comme en surplus de fumier;
- municipalités non agricoles situées à l'extérieur de ces sept bassins versants;
- municipalités non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants considérés comme en surplus de fumier.

Compte tenu des différentes caractéristiques de ces groupes, seul celui de municipalités agricoles situées à l'extérieur des bassins à l'étude a été retenu comme témoin dans les analyses approfondies.

La comparaison de l'incidence des cas de maladies entériques aiguës ayant nécessité une hospitalisation (registre Med-Écho) a d'abord révélé que 90 % des cas étaient d'étiologie inconnue; les diagnostics les plus fréquents étaient la gastro-entérite et la colite. Quant aux taux spécifiques d'hospitalisations, selon le groupe d'âge, ils sont les plus élevés chez les moins de 5 ans et chez les personnes de 65 ans et plus.

Parmi les résultats concernant les hospitalisations (Med-Écho), on observe que le risque d'infections d'origine entérique, possiblement transmissibles par l'eau, et potentiellement d'origine animale, est plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins (rapport de taux standardisés ou RTS = 1,43) lorsque la population de tout âge est étudiée. De plus, parmi les municipalités dont la majorité de la population est principalement approvisionnée par de l'eau provenant de puits domestiques (privés), on a observé un risque plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins (RTS = 2,09).

L'analyse des hospitalisations, pour des maladies entériques possiblement transmises par l'eau potable et dont l'étiologie est inconnue, révèle aussi certains risques plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux témoins (RTS = 1,10 pour l'ensemble de la population et RTS = 1,68 chez les moins de 5 ans). De plus, chez les moins de 5 ans, dans les municipalités approvisionnées par une eau de surface, dans celles approvisionnées par une eau souterraine ainsi que dans les municipalités dont la population est approvisionnée principalement par de l'eau provenant de puits domestiques (privés) et dans les municipalités approvisionnées avec une eau non chlorée, les risques sont plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins : RTS = 1,93,

RTS = 1,56, RTS = 1,24 et RTS = 2,12 respectivement. Finalement, chez les enfants âgés de 0 à 4 ans, un risque plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier est observé dans celles présentant un bilan de phosphore supérieur à 9 kg/ha, comparativement aux municipalités témoins dont le déficit en phosphore est inférieur à -9 kg/ha.

Quant aux maladies à déclaration obligatoire (MADO), les analyses révèlent que 93 % des cas recensés d'infections possiblement de sources hydriques sont potentiellement d'origine animale. Il faut noter ici que 50 % des infections signalées seraient attribuables à la bactérie *Campylobacter* sp. De plus, les enfants de moins de 5 ans constituent le groupe le plus souvent mis en cause par les infections possiblement de sources hydriques. Par ailleurs, de manière générale, le risque d'infections transmissibles par l'eau et possiblement d'origine animale n'est pas statistiquement différent entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins. Cependant, on observe un risque plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins lorsque la majorité de la population s'approvisionne en eau par des puits domestiques privés (RTS = 1,24) ainsi que chez les enfants de moins de 5 ans dans les municipalités avec un réseau d'aqueduc chloré (RTS = 1,27). De plus, pour la population totale, on observe un risque de maladies infectieuses transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier qui ont un bilan de phosphore supérieur à 9 kg/ka comparativement aux municipalités témoins dont le déficit en phosphore est inférieur à -9 kg/ha. Un effet protecteur modéré (RTS=0,73) est cependant observé lorsque le bilan de phosphore est de 1 à 9 kg/ha.

En conclusion, l'étude révèle un risque plus élevé de maladies entériques possiblement transmissibles par l'eau dans les municipalités considérées comme en surplus de fumier. Il est cependant impossible de statuer sur l'origine agricole de ce risque plus élevé. Bien que les résultats laissent croire à la possibilité d'un effet attribuable aux activités de production animale, il faut considérer certaines limites de l'étude : la mesure assez imprécise de l'exposition individuelle aux surplus de fumier, en considérant les données agrégées par territoire de municipalités, l'absence d'information sur la consommation individuelle d'eau ainsi que sur l'exposition à d'autres facteurs de risque de gastro-entérites. Il est ainsi possible que la situation observée soit attribuable à des facteurs qu'il était impossible de considérer dans une telle étude, comme un contact direct avec les animaux de ferme, plus fréquent chez les personnes habitant en milieu agricole. D'autres études sont nécessaires pour caractériser ce risque plus élevé de maladies gastro-entériques possiblement transmissibles par l'eau et possiblement d'origine animale dans les municipalités en surplus de fumier.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	XI
LISTE DES TABLEAUX EN ANNEXE	XIII
LISTE DES FIGURES	XIII
1 PROBLÉMATIQUE.....	1
1.1 MALADIES ENTÉRIQUES POTENTIELLEMENT TRANSMISSIBLES PAR L'EAU POTABLE ET POUVANT ÊTRE DE SOURCE ANIMALE	2
1.1.1 Bactéries.....	2
1.1.1.1 <i>Campylobacter jejuni</i> et <i>Campylobacter coli</i>	2
1.1.1.2 <i>Escherichia coli</i>	2
1.1.1.3 <i>Salmonella sp.</i>	3
1.1.1.4 <i>Yersinia enterocolitica</i>	4
1.1.2 Protozoaires.....	4
1.1.2.1 <i>Cryptosporidium parvum</i>	4
1.1.2.2 <i>Giardia sp.</i>	5
1.1.2.3 Autres protozoaires.....	6
1.2 MALADIES ENTÉRIQUES POTENTIELLEMENT TRANSMISSIBLES PAR L'EAU POTABLE MAIS N'ÉTANT PAS D'ORIGINE ANIMALE	6
1.2.1 Bactéries.....	7
1.2.2 Protozoaires.....	7
1.2.3 Virus.....	7
2 OBJECTIFS	9
2.1 OBJECTIF GÉNÉRAL	9
2.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	9
3 MÉTHODOLOGIE	11
3.1 PLAN D'ANALYSE	11
3.2 PÉRIODE ET TERRITOIRE À L'ÉTUDE	11
3.2.1 Municipalités en surplus de fumier	11
3.2.2 Municipalités témoins	12
3.3 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX D'AQUEDUC MUNICIPAUX	12
3.4 PROFILS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES MUNICIPALITÉS À L'ÉTUDE.....	13
3.4.1 Sources de données	13
3.4.2 Analyses statistiques	13
3.5 HOSPITALISATIONS POUR MALADIES ENTÉRIQUES	14
3.5.1 Sources de données	14
3.5.2 Analyses statistiques	16
3.5.2.1 Calcul des taux standardisés d'hospitalisations.....	16
3.5.2.2 Calcul des rapports de taux standardisés (RTS).....	17

3.6	INCIDENCE DES MALADIES ENTÉRIQUES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE DE SOURCES HYDRIQUES.....	19
3.6.1	Sources de données.....	19
3.6.2	Analyses statistiques	19
4	RÉSULTATS	21
4.1	PROFILS SOCIO-ÉCONOMIQUES	21
4.2	HOSPITALISATIONS POUR MALADIES ENTÉRIQUES.....	25
4.2.1	Fréquence des hospitalisations selon les territoires à l'étude	25
4.2.2	Fréquence des hospitalisations pour maladies entériques, selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux et le bilan de phosphore	30
4.3	INCIDENCE DES INFECTIONS PAR MALADIES ENTÉRIQUES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE (MADO) DE SOURCES HYDRIQUES	33
4.3.1	Fréquence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques.....	33
4.3.2	Incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources possiblement hydriques, selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux et le bilan de phosphore	36
5	DISCUSSION.....	39
5.1	PRINCIPAUX RÉSULTATS	39
5.1.1	Hospitalisations.....	39
5.1.2	Maladies à déclaration obligatoire	40
5.2	FORCES ET LIMITES DE L'ÉTUDE	40
5.2.1	Forces de l'étude.....	40
5.2.2	Limites de l'étude	41
5.3	INTERPRÉTATION DES RESULTATS OBTENUS	42
6	CONCLUSION.....	45
7	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47
	ANNEXE TABLEAUX COMPLÉMENTAIRES	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Caractéristiques socio-économiques utilisées	13
Tableau 2	Regroupements des diagnostics des maladies entériques pour les hospitalisations	15
Tableau 3	Systèmes de poids utilisés pour la standardisation des taux.....	17
Tableau 4	Force de l'association pour la présentation et l'interprétation des résultats.....	19
Tableau 5	Regroupements des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques probables retenues.....	19
Tableau 6	Effectifs de population selon le type de municipalités à l'étude	21
Tableau 7	Comparaisons des paramètres socio-économiques selon le type de municipalités	23
Tableau 8	Population municipale totale en 1996, selon le type de municipalités à l'étude et les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux	24
Tableau 9	Nombre d'hospitalisations pour maladies entériques selon le type de maladies et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999	25
Tableau 10	Nombre d'hospitalisations selon le diagnostic et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999.....	26
Tableau 11	Nombre de cas et taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques selon le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge, 1995-1999	28
Tableau 12	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999	29
Tableau 13	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale (regroupement A1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude	31
Tableau 14	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue (regroupement A3) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude	33
Tableau 15	Nombre de nouveaux cas d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques déclarés selon le type d'infections et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999	34
Tableau 16	Nombre de nouveaux cas d'infections déclarés selon le diagnostic et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999	34
Tableau 17	Nombre de cas et taux standardisés d'incidence d'infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge, 1995-1999.....	35
Tableau 18	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles et le groupe d'âge, 1995-1999	36
Tableau 19	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale (regroupement M1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude	37
Tableau 20	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire transmissibles par l'eau potable et probablement pas d'origine animale (regroupement M2) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude	38

LISTE DES TABLEAUX EN ANNEXE

Tableau A-1	Nombre et taux spécifiques d'hospitalisations pour maladies entériques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999.....	57
Tableau A-2	Nombre et taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques dans les municipalités exposées et les municipalités témoins non agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999.....	58
Tableau A-3	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques entre les municipalités exposées et les municipalités témoins non agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999.....	58
Tableau A-4	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale (regroupement A1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles.....	59
Tableau A-5	Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les maladies entériques possiblement transmises par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue (regroupement A3) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles.....	60
Tableau A-6	Nombre de cas d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques déclarés selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999.....	61
Tableau A-7	Nombre et taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques dans les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles, selon le regroupement des infections et le groupe d'âge, 1995-1999.....	62
Tableau A-8	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles et le groupe d'âge, 1995-1999.....	62
Tableau A-9	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques d'origine animale (regroupement M1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles.....	63
Tableau A-10	Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques qui ne sont pas d'origine animale (regroupement M2) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles.....	64

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Taille moyenne de la population des municipalités (population de 15 ans et plus) selon le type de municipalités à l'étude, 1996.....	22
Figure 2	Taux spécifiques d'hospitalisations pour maladies entériques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999.....	27
Figure 3	Taux spécifiques d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999.....	35

1 PROBLÉMATIQUE

Cette étude analyse la fréquence de maladies entériques potentiellement d'origine animale et transmises par l'eau en utilisant les hospitalisations et les maladies à déclaration obligatoire. Cette première section vise à préciser la nature des infections pouvant être transmises à l'homme par le biais d'une contamination de l'eau potable par des déjections animales. Les maladies entériques retenues dans cette étude sont présentées au tableau 2 pour les hospitalisations et au tableau 5 pour les maladies à déclaration obligatoire (voir la section Méthodologie).

Certains microorganismes sont relativement spécifiques à un hôte ou à un groupe d'hôtes (primates, oiseaux, animaux à sang froid, etc.) mais plusieurs sont capables de provoquer des infections interspèces; on parle alors de zoonoses. Les microorganismes pathogènes d'origine animale sont habituellement transmis par le biais des aliments, mais de très nombreuses études ont démontré que certains d'entre eux pouvaient être transmis par voie hydrique. Ce sont plus précisément ces derniers dont il est question dans les pages qui suivent.

Aramini *et al.* (Aramini *et al.*, 2000), dans le cadre de leur étude sur l'incidence des gastro-entérites d'origine hydrique dans la région de Vancouver, ont utilisé la classification internationale des maladies (CIM) pour classer les microorganismes et la symptomatologie devant être pris en considération pour cette évaluation. En ce qui concerne les microorganismes ayant un potentiel de transmission d'origine animale, ils font état des bactéries *Campylobacter* sp., *Clostridium perfringens*, *Corynebacterium* sp., *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. et *Yersinia enterocolitica*. Dans le présent projet, il nous est apparu inutile de retenir la bactérie *Clostridium perfringens*, laquelle est parfois considérée comme un indicateur de contamination de l'eau (Conboy et Goss, 2001; Edberg *et al.*, 1997) et non considérée comme un microorganisme pathogène transmissible par l'eau (American Water Works Association, 1999) ou pouvant induire des infections considérées comme des zoonoses (Palmer *et al.*, 1998). En ce qui concerne *Corynebacterium* sp., il s'agit de bactéries responsables de zoonoses à la suite d'un contact direct avec l'animal, l'eau n'étant généralement pas rapportée comme un véhicule propice (Thomas, 1998). Aramini *et al.* (Aramini *et al.*, 2000) ont par ailleurs ciblé *Cryptosporidium* sp. et *Giardia* sp. comme principaux protozoaires pathogènes pouvant avoir une origine animale et transmissibles par l'eau potable au Canada.

Plusieurs auteurs ont évalué le risque infectieux lié aux déjections animales. Ainsi, Pell (Pell, 1997) a dressé une liste de bactéries, dont *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* sp. ainsi que les deux protozoaires mentionnés précédemment. Strauch et Ballarini (Strauch et Ballarini, 1994), sur le même sujet, ont préparé une liste comprenant notamment *E. coli* et *Salmonella* sp. Bouffard *et al.* (Bouffard *et al.*, 1997) ont proposé une liste incluant *Campylobacter* sp., *E. coli*, *Salmonella* sp., *Yersinia enterocolitica* ainsi que *Cryptosporidium* sp.

À la lumière de ces informations, dans le cadre de la présente étude, les organismes pathogènes suivants ont été retenus comme possiblement transmissibles par l'eau de consommation et ayant un réservoir animal. Chez les bactéries, quatre genres/espèces ont été ciblés : *Campylobacter coli* et *C. jejuni*, *Escherichia coli* (spécifiquement le sérotype O157:H7), *Salmonella* sp. et *Yersinia enterocolitica*. Chez les protozoaires, *Cryptosporidium* sp. et *Giardia* sp. ont été retenus. La section suivante présente une description succincte du risque lié à ces microorganismes. Comme la transmission par l'eau n'est pas nécessairement le principal véhicule d'exposition à ces microorganismes, les autres voies d'exposition sont aussi précisées.

1.1 MALADIES ENTÉRIQUES POTENTIELLEMENT TRANSMISSIBLES PAR L'EAU POTABLE ET POUVANT ÊTRE DE SOURCE ANIMALE

1.1.1 Bactéries

1.1.1.1 *Campylobacter jejuni* et *Campylobacter coli*

Ces deux espèces sont responsables de la majorité des entérites bactériennes d'origine alimentaire chez les humains en Amérique du Nord (Altekruse *et al.*, 1999, Meng et Doyle, 1998). Au Canada on a recensé plus de 9 000 cas en 1999 (Santé Canada, 2002); au Québec, le nombre annuel de cas déclarés a fluctué au cours des années 1990, mais la maladie progresse, étant passée de 2 145 cas déclarés en 1990 à 2 838 en 1999 (Louchini *et al.*, 2001). Dans les pays à climat tempéré froid, la campylobactériose a été rapportée comme maladie sévissant surtout en milieu rural. Ainsi, en Ontario, dans les années 1980, on rapportait une incidence de 80/100 000 en milieu urbain comparativement à 400/100 000 en milieu rural (Thompson *et al.*, 1986). Cette situation n'est toutefois pas observable au Québec où, en 1999, les taux d'incidence révèlent une distribution indépendante de l'origine géographique (Louchini *et al.*, 2001).

La bactérie est présente chez l'ensemble du cheptel fermier (Bouffard *et al.*, 1997, Pell, 1997), mais plus spécifiquement chez la volaille; 80 à 100 % des poulets en seraient porteurs (Koenraad *et al.*, 1996). L'environnement fermier constituerait d'ailleurs un réservoir notable pour *Campylobacter* sp. (Humphrey et Beckett, 1987, Jacobs-Reitsma, 2000, Jones, 2001). Jones (Jones, 2001) mentionne ainsi que la concentration de *Campylobacter* sp. dans les cours d'eau s'accroît à mesure que ces derniers traversent des zones rurales où se pratique l'élevage ou l'épandage de déjections. Outre les eaux de surface, il a aussi été mis en évidence que l'eau souterraine pouvait être contaminée par *C. jejuni* provenant d'élevages de bovins (Stanley *et al.*, 1998) ou aviaires (Jones, 2001).

De 1978 à 1996, Koenraad *et al.* (Koenraad *et al.*, 1997) ont recensé trois épidémies de campylobactériose d'origine hydrique au Canada. Alary et Nadeau (Alary et Nadeau, 1990) ont fait état d'une éclosion de campylobactériose à Tring-Jonction (Beauce) découlant de l'ingestion d'eau potable non traitée et contaminée par de l'eau de surface. Les épidémies d'origine hydrique seraient presque toujours liées à des sources d'eau potable non chlorées ou à des puits privés (Jones, 2001). Friedman *et al.* (Friedman *et al.*, 2000) ainsi que Jacobs-Reitsma (Jacobs-Reitsma, 2000) confirment d'ailleurs qu'un traitement insuffisant de l'eau potable est la principale cause des épidémies d'origine hydrique à *C. jejuni*. La chloration de l'eau potable constitue un traitement efficace, une concentration de chlore résiduel libre de 0,2 mg/l (concentration minimale habituellement mesurée dans les réseaux d'aqueduc) provoquant une inactivation de 99,9 % des bactéries en moins de 15 secondes (Lund, 1996).

1.1.1.2 *Escherichia coli*

Cette bactérie est un hôte normal de l'intestin des animaux et des humains, et elle est d'ailleurs utilisée comme indicateur spécifique de contamination fécale de l'eau (Edberg *et al.*, 2000). Il existe six groupes entéropathogènes de *E. coli*, dont le groupe entéro-hémorragique qui comprend le sérotype O157:H7, présent chez les bovins. Il n'existerait pas de réservoirs animaux connus pour les autres groupes entéropathogènes. Les souches du groupe entéro-hémorragique (ECEH) produisent des vérocytotoxines, similaires à celles de *Shigella dysenteriae* (Shiga toxins), pouvant entraîner de graves problèmes de santé.

Au Canada, une moyenne annuelle de 1 388 cas a été déclarée dans les années 1990, alors qu'au Québec cette moyenne était de 257 cas par an (Paradis, 1998). Au Québec, le nombre d'infections déclarées liées au sérotype O157:H7 a subi une hausse de 239 à 383 cas durant la même période (Louchini *et al.*, 2001). Il faut par ailleurs noter que l'incidence de la maladie subit une variation saisonnière, étant plus élevée durant l'été (Meng et Doyle, 1998, Zhao *et al.*, 1995). Cette situation n'est pas étrangère au fait que la grande majorité des cas d'infection par ce sérotype découle de l'ingestion de viande hachée bovine insuffisamment cuite.

La bactérie *E. coli* O157:H7 est associée aux bovins (Meng et Doyle, 1998, Zhao *et al.*, 1995), plus fréquemment chez les jeunes animaux, notamment les veaux âgés de 4 à 12 mois (Heuvelink *et al.*, 1998, Kudva *et al.*, 1998, Pell, 1997). La prévalence du sérotype O157:H7 chez les bovins est cependant plus faible que celle des autres souches du sérogroupe ECEH (Meng et Doyle, 1998).

La contamination humaine d'origine hydrique est plus fréquemment observée dans les petites municipalités dont le traitement de l'eau est inadéquat (Chalmers *et al.*, 2000, Dev *et al.*, 1991, Olsen *et al.*, 2002, Swerdlow *et al.*, 1992). Au Canada, un premier cas d'infection d'origine hydrique par la souche O157:H7, lié à des activités agricoles, a été mis en évidence au début des années 1990 (Jackson *et al.*, 1994). Il s'agit d'un bébé de 16 mois ayant été infecté après avoir consommé l'eau d'un puits contaminé par une souche appartenant au même lysotype que celles présentes dans le puits et chez les vaches laitières de la ferme adjacente. Une importante épidémie d'origine hydrique liée à des activités agricoles est par ailleurs survenue dans la municipalité de Walkerton (Ontario) en 2000, affectant 1 346 personnes et causant 6 décès (Bruce-Grey-Owen Sound Health Unit, 2000). Cette épidémie a permis de confirmer que les enfants de moins de 5 ans constituaient un groupe plus à risque, avec une incidence moyenne de 8,5 par 100 000 personnes comparativement à 1,6/100 000 pour l'ensemble de la population.

En Ontario, Michel *et al.* (Michel *et al.*, 1999) ont obtenu une excellente corrélation entre les cas déclarés d'infection par des souches de *E. coli* productrices de vérocytotoxines (95 % appartenant au sérotype O157:H7) et la densité du bétail, démontrant ainsi un lien associatif qui met en cause la transmission environnementale potentielle de la bactérie dans les zones rurales à forte densité d'élevage bovin. Valcour *et al.* (Valcour *et al.*, 2002) ont par ailleurs montré, toujours en Ontario, une forte association entre les cas humains d'intoxication à des souches vérotoxigènes et l'application de lisier (déjections sous forme liquide) ou de fumier de bovins. Au Québec, une éclosion de gastro-entérite causée par *E. coli* O157:H7 lors d'une baignade en rivière, dans un secteur agricole, a été documentée (Lainesse, 2003).

Il est aisé de neutraliser la bactérie avec un traitement adéquat de l'eau potable, plus spécifiquement par la chloration (Chalmers *et al.*, 2000). Des souches de *E. coli* O157:H7, isolées de bestiaux, ont été inactivées en 45 secondes par une concentration de chlore libre de 1,1 mg/l (Rice *et al.*, 1999). Ces microorganismes ne devraient donc pas survivre dans un réseau d'aqueduc où l'eau est adéquatement chlorée.

1.1.1.3 *Salmonella* sp.

Les infections entériques par des salmonelles non typhoïdiques sont presque toutes causées par des sérotypes de *Salmonella enterica*, sous-espèce *enterica*¹ (Bopp *et al.*, 1999; Shere *et al.*, 1998). L'incidence de la salmonellose non typhoïdique est toutefois en régression en Amérique du Nord. Au Canada, le nombre de cas déclarés est passé de 11 712 en 1987 à 5 611 en 1999 (Santé Canada, 2003). Une situation similaire est observable au Québec, avec une incidence qui est passée de 28/100 000 en 1990 (1 954 cas déclarés) à 14/100 000 en 1999 (1 028 cas déclarés) (Louchini *et al.*, 2001).

Les salmonelles sont présentes dans tout le cheptel fermier. Chez la volaille, une contamination de 25 % des échantillons intestinaux de poulets est considérée comme relativement habituelle (Craven *et al.*, 2000). Chez les porcs, Letellier *et al.* (Letellier *et al.*, 1999) ont rapporté la présence de salmonelles dans les déjections des troupeaux de 71 % des fermes échantillonnées. Chez les bovins, la présence de salmonelles a été rapportée dans environ 10 % des échantillons intestinaux (Jones et Matthews, 1975).

La voie de contamination majeure chez les humains est presque exclusivement la consommation d'aliments comme la viande, les œufs et les produits laitiers crus ou insuffisamment cuits. Cependant, on a également mis en évidence, depuis quelques années, des infections résultant de la consommation de fruits et de légumes provenant du Sud des États-Unis et du Mexique, à la suite d'une contamination probable par l'eau utilisée pour l'irrigation (Chin, 2000, Old et Threlfall, 1998, Shere *et al.*, 1998). Bien

1. Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes ne font pas partie de ce groupe (voir la section 1.2.1).

que des cas d'infection par l'eau potable soient théoriquement possibles, cela n'a pas été mis en évidence. Au Québec, on a rapporté la contamination d'un petit réseau d'aqueduc privé dans la région de Québec au milieu des années 1980 (Barthe, 1998). Globalement, la probabilité d'infection par l'eau potable apparaîtrait donc beaucoup plus faible que celle associée à des microorganismes comme *Campylobacter* sp. et *E. coli*. Les salmonelles sont relativement sensibles à l'ozonation, indiquant ainsi l'utilité d'une méthode de désinfection; une réduction instantanée de 5 log a été obtenue en présence d'une concentration d'ozone inférieure à 0,2 mg/l (Restaino *et al.*, 1995).

1.1.1.4 *Yersinia enterocolitica*

L'*Yersinia enterocolitica* est une bactérie pathogène intestinale ayant une forte propension à causer des infections secondaires. Le nombre de cas de yersiniose augmenterait constamment depuis les années 1970, surtout en Europe et en Amérique du Nord (Slome et Black, 1991). Au Québec toutefois, l'incidence diminue, étant passée de 5,7/100 000 en 1990 (417 cas) à 2,1/100 000 en 1999 (150 cas) (Louchini *et al.*, 2001). La yersiniose est principalement d'origine alimentaire; elle est le plus souvent associée à la consommation de produits laitiers (Gélinas, 1995).

Parmi les animaux d'élevage, le porc serait le principal réservoir de la bactérie (Funk *et al.*, 1998, Mead *et al.*, 1999, Walker et Grimes, 1985). La prévalence de la bactérie chez les troupeaux de porcs peut atteindre près de 100 %, et les animaux âgés de 5 à 25 semaines sont les plus contaminés (Fukushima *et al.*, 1983, Funk *et al.*, 1998, Pilon *et al.*, 2000, Skjerve *et al.*, 1998). La prévalence élevée de *Y. enterocolitica* chez le porc pourrait notamment expliquer qu'aux États-Unis les cas d'infections humaines se produisent surtout en milieu rural (Slome et Black, 1991). Des études ont mis en évidence une corrélation entre un grand nombre de porcs infectés et les pays et régions où l'incidence d'infection humaine est élevée (Acha *et al.*, 1989).

La présence de troupeaux de porcs hébergeant *Y. enterocolitica* pourrait être à l'origine de la contamination de l'environnement aquatique. Pilon *et al.* (Pilon *et al.*, 2000) ont ainsi mis en évidence que le profil génétique d'une souche retrouvée dans quelques échantillons environnementaux de diverses origines, dont l'eau, était similaire à celui d'une souche présente dans un troupeau porcin. La bactérie peut aussi être présente dans l'eau potable, tel qu'il a été rapporté par Lassen (Lassen, 1972). L'*Yersinia enterocolitica* peut aussi être présente dans l'eau souterraine (Highsmith *et al.*, 1977). Arvanitidou *et al.* (Arvanitidou *et al.*, 1995) ont retrouvé *Yersinia* sp. dans 87 % des échantillons provenant de puits ou d'usines de traitement de l'eau potable. La bactérie serait relativement sensible au chlore; Lund (Lund, 1996) a montré qu'une souche virulente de *Y. enterocolitica* était inactivée en 45 secondes par une concentration de chlore résiduel libre de 0,2 mg/l.

1.1.2 Protozoaires

1.1.2.1 *Cryptosporidium parvum*

Le genre *Cryptosporidium* comprend 10 espèces dont la plupart sont spécifiques à un groupe, les humains étant en général infectés par *C. parvum* (United States Environmental Protection Agency, 2001). On estime que le *Cryptosporidium* serait responsable d'environ 20 % de toutes les infections gastro-intestinales observées dans les pays industrialisés (United States Environmental Protection Agency, 2001). Au Québec, une étude portant sur l'évaluation du risque de maladies d'origine hydrique a cependant rapporté une très faible prévalence d'oocystes (< 1 %) de *Cryptosporidium* dans les selles humaines examinées en laboratoire (Levallois *et al.*, 1999).

La cryptosporidiose est une infection entérique retrouvée chez les bovins et les ruminants domestiques qui sont des hôtes habituels (Villeneuve, 1999). On note cependant une nette partition entre les jeunes de moins de six mois (veaux) où la prévalence est très élevée (atteignant souvent 100 %) et les adultes chez qui le taux de portage intestinal est beaucoup plus faible, habituellement inférieur à 10 % (Huetink *et al.*, 2001; Olson *et al.*, 1997; Pell, 1997; Wade *et al.*, 2000). Dans ce contexte, il est estimé que la présence

notable du *Cryptosporidium* chez les bovins peut entraîner la contamination de l'environnement (Bednarska *et al.*, 1998; Faubert *et al.*, 1997; Meinhardt *et al.*, 1996). Faubert *et al.* (Bednarska *et al.*, 1998; Faubert *et al.*, 1997; Meinhardt *et al.*, 1996) ont par ailleurs rapporté une prévalence variant de 83 % à 93 % dans les déjections de 2 420 veaux hébergés dans 504 fermes laitières québécoises, réparties dans toute la province.

La cryptosporidiose se transmet principalement par la consommation d'eau contaminée, tel qu'il est mis en évidence par de nombreuses épidémies dans les pays industrialisés depuis 20 ans. Au Canada, Wallis *et al.* (Wallis *et al.*, 1996) ont rapporté une contamination de 5 % des eaux de surface parmi 1 760 échantillons prélevés dans 72 municipalités. L'eau souterraine peut aussi être contaminée par le protozoaire, notamment si elle est sous l'influence de l'eau de surface (Moulton-Hancock *et al.*, 2000). Une contamination moyenne de 11 % des échantillons a été notée, alors que l'étude a mis en lumière que les puits artésiens étaient plus sécuritaires que les puits horizontaux et les sources affleurantes qui étaient beaucoup plus contaminées.

Il est difficile de faire un lien direct entre des cas de cryptosporidiose humains et les activités de production animale. Miron *et al.* (Miron *et al.*, 1991) ont toutefois rapporté 19 cas de cryptosporidiose chez 65 enfants de moins de 5 ans à la suite d'un contact avec les bêtes. Howe *et al.* (Howe *et al.*, 2002) ont rapporté une épidémie de cryptosporidiose survenue dans une municipalité de Grande-Bretagne (59 cas) où l'eau chlorée mais non filtrée aurait pu être contaminée par l'épandage de fumier à moins de cinq mètres de l'un des puits. Par ailleurs, lors d'une épidémie survenue en Irlande du Nord (129 cas), Glaberman *et al.* (Glaberman *et al.*, 2002) ont mis en évidence que le génotype de la souche de *C. parvum* responsable de la maladie chez les humains était identique à celui des bovins.

Le risque à la santé publique découle surtout de l'ingestion d'eau potable non ou inadéquatement traitée. Dans le cas des réseaux d'aqueduc, il a été démontré que le point commun des épidémies était toujours une défaillance du traitement de l'eau potable (United States Environmental Protection Agency, 2001, Rose, 1997). Le chlore seul est relativement peu efficace pour éliminer le *Cryptosporidium*; cela est notamment démontré par le fait que des oocystes plongés dans l'eau de Javel à 6 % (concentration environ 1 000 fois supérieure à celle retrouvée dans l'eau potable chlorée) conservent leur infectivité pendant au moins 30 minutes (Liao *et al.*, 2001). En fait, le seul traitement réellement efficace est l'emploi d'un système de filtration (sur sable ou anthracite, par exemple) qui retient les oocystes. Le *Cryptosporidium* possède donc plusieurs caractéristiques lui conférant un pouvoir de transmission par voie hydrique en milieu rural où les systèmes de filtration sont souvent absents dans les approvisionnements individuels.

1.1.2.2 *Giardia sp.*

La giardiose est l'infection parasitaire entérique la plus souvent diagnostiquée dans les pays industrialisés; l'infection humaine est causée par *G. lamblia*², *G. duodenalis* et *G. intestinalis* (Thompson, 1998). Cette infection étant à déclaration obligatoire au Canada, le nombre de cas correctement diagnostiqués est connu : 2 200 cas ont été recensés en 2000. Au Québec, l'incidence est en forte croissance, étant passée de 9,3/100 000 en 1990 (689 cas) à plus de 15/100 000 en 1999 (1 093 cas) (Louchini *et al.*, 2001).

La présence de kystes chez le bétail a été bien documentée. Une étude pancanadienne (Olson *et al.*, 1997) a révélé une prévalence de 29 % chez les bovins (incluant les veaux), de 38 % chez les moutons (incluant les agneaux), de 9 % chez les porcs et de 20 % chez les chevaux. Chez le porc, l'infection est très rare et toujours asymptomatique (Koudela *et al.*, 1991). La transmission par voie hydrique a été mise en évidence en Amérique du Nord et constitue une voie de contamination non négligeable, la plupart des eaux de surface contenant des kystes du parasite. Sur 1 760 échantillons d'eau puisés dans les 10 provinces canadiennes, Wallis *et al.* (Wallis *et al.*, 1996) ont montré que 21 % des eaux brutes et

2. *G. duodenalis* et *G. intestinalis* sont parfois utilisés à titre de synonymes de *G. lamblia*, mais il n'a pas été démontré qu'il s'agissait de la même espèce (Leber et Novak, 1999).

18,2 % des eaux traitées contenaient des kystes de *Giardia* sp. Au Québec, une prévalence de 54 % a été notée dans quelques rivières, comparativement à 25 % dans le fleuve Saint-Laurent, démontrant ainsi une contamination plus importante des cours d'eau à plus faible débit (Barthe et Brassard, 1994). Les travaux de Payment (Payment, 1999) ont mis en évidence une prévalence des kystes de près de 100 % dans l'eau de surface brute approvisionnant des usines de traitement de l'eau potable.

L'analyse de toutes les épidémies d'origine hydrique survenues aux États-Unis de 1965 à 1996 a révélé que la plupart d'entre elles (70 %) étaient attribuables à l'ingestion d'eau potable contaminée parce que insuffisamment ou non traitée (United States Environmental Protection Agency, 1998). En ce qui concerne l'eau souterraine, les études démontrent qu'elle ne peut pas être considérée comme exempte de *Giardia* sp. Hancock *et al.* (Hancock *et al.*, 1998) ont montré que 6 % des 463 échantillons prélevés dans 199 sources souterraines d'eau étaient contaminés. Les eaux les plus contaminées provenaient de puits horizontaux (36 %) et de galeries d'infiltration (25 %), alors que la contamination était de 14 % dans les sources et de 1 % dans les puits artésiens. Dans une étude similaire, Moulton-Hancock *et al.* (Moulton-Hancock *et al.*, 2000) ont révélé des résultats comparables en analysant 166 échantillons d'eau potable d'origine souterraine, soit une contamination moyenne de 11 %, et le fait que les puits artésiens étaient les plus sécuritaires.

La présence de kystes de *Giardia* sp. dans l'environnement aquatique peut découler de la présence de cheptels fermiers tel qu'il est démontré par Rose *et al.* (Rose, 1988) qui ont mis en évidence qu'une rivière drainant une zone consacrée à l'élevage de bovins était plus contaminée, avec une moyenne de 22 kystes/100 l, comparativement à 8 kystes/100 l dans le lac de tête du cours d'eau. Un examen du profil antigénique des kystes de *Giardia* sp. présents chez du bétail albertain a révélé une grande similarité avec ceux présents chez des humains atteints de giardiase (Buret *et al.*, 1990). Les auteurs estiment donc qu'il est raisonnable de considérer la giardiase comme une maladie à caractère zoonotique transmissible par voie hydrique. À l'exemple de *Cryptosporidium*, *Giardia* est relativement insensible à la chloration, nécessitant plutôt un système de filtration retenant les kystes. Cette situation confère à ce protozoaire un potentiel de transmission par voie hydrique en milieu rural où l'eau des puits individuels est rarement chlorée.

1.1.2.3 Autres protozoaires

Il faut mentionner qu'il existe en Amérique du Nord d'autres genres de protozoaires qui peuvent être présents chez des animaux de ferme et ayant un potentiel de transmission par voie hydrique. Toutefois, les cas pouvant être d'origine hydrique sont très rares, voire impossibles à démontrer. La plupart de ces protozoaires infectent surtout les personnes immunodéprimées, notamment celles atteintes du sida. Parmi ces organismes, mentionnons : *Isoospora* sp., *Toxoplasma gondii*, *Balantidium coli* ainsi que plusieurs genres de protozoaires responsables des microsporidioses (Doyle *et al.*, 2001, Markell *et al.*, 1999). Compte tenu de ces facteurs qui limitent le caractère infectieux de ces protozoaires, ils n'ont pas été retenus dans la présente étude.

1.2 MALADIES ENTÉRIQUES POTENTIELLEMENT TRANSMISSIBLES PAR L'EAU POTABLE MAIS N'ÉTANT PAS D'ORIGINE ANIMALE

Aux fins de comparaison, cette étude inclut un groupe de maladies entériques possiblement d'origine hydrique mais qui n'ont pas de réservoir animal. Il existe de nombreux microorganismes (virus, bactéries et protozoaires) infectieux pouvant être transmis par l'eau potable, mais la majorité d'entre eux sont associés aux climats chauds; ils sont absents en Amérique du Nord et, plus encore, au Québec à cause de conditions environnementales défavorables.

1.2.1 Bactéries

Sur la base des données épidémiologiques étasuniennes (Centers for Disease Control and Prevention, 2000) et canadiennes (Todd *et al.*, 2001), il apparaît que seuls deux groupes de bactéries pathogènes représentent un risque non négligeable d'être transmis par l'eau potable : les fièvres typhoïde et paratyphoïde, transmissibles par les salmonelles, ainsi que les infections entériques causées par *Shigella* sp. Nous avons exclu des bactéries transmissibles par l'eau dans des conditions très particulières, telle *Legionella* sp.

La fièvre typhoïde est causée par l'espèce *Salmonella enterica* sérotype Typhi (*S. Typhi*), alors que les fièvres paratyphoïdes peuvent résulter d'une infection provoquée par diverses souches du sérotype *S. enterica* Paratyphi (*S. Paratyphi*). Comparativement aux salmonelles non typhoïdiques, ces sérotypes sont très bien adaptés à l'espèce humaine, et ils sont presque absents des autres mammifères; la gastro-entérite n'est cependant pas le symptôme dominant (Chin, 2000, Shere *et al.*, 1998). Le nombre de cas déclarés au Québec est faible, ayant varié entre 5 et 15 annuellement entre 1990 et 1999 (Louchini *et al.*, 2001).

La shigellose est une colite inflammatoire qui prend la forme d'une gastro-entérite assez grave se manifestant notamment par de la diarrhée sanguinolente. L'infection est plus particulièrement associée à la petite enfance, l'incidence étant maximale chez le groupe des 1 à 4 ans, et se transmet par voie fécale-orale (Chin, 2000, Lampel et Maurelli, 2001). La maladie n'est pas rare au Québec, son incidence ayant varié de 282 à 475 cas par année entre 1990 et 1999 (Louchini *et al.*, 2001).

1.2.2 Protozoaires

Les parasites *Cryptosporidium* sp. et *Giardia* sp. ne sont pas spécifiquement d'origine animale, comme le montre l'analyse des épidémies, notamment celle, spectaculaire, survenue à Milwaukee en 1993 (400 000 personnes affectées), avec une origine probable liée à la présence d'égouts sanitaires urbains (Fox et Lytle, 1996, Mac Kenzie *et al.*, 1994). En ce qui concerne la giardiase, la transmission de personne à personne chez les enfants en bas âge, chez les personnes qui les supervisent dans les garderies ainsi que chez les voyageurs se déplaçant dans certaines régions où la maladie est quasi endémique a été rapportée à maintes reprises (Garcia, 1998, Lévesque *et al.*, 1999, Thompson *et al.*, 1986).

Le protozoaire *Cyclospora* (habituellement l'espèce *C. cayetanensis*) est considéré comme un parasite en émergence en Amérique du Nord depuis les années 1980. Causant une grave diarrhée aqueuse, il est principalement transmis par l'eau non désinfectée ou par le biais de fruits ou de légumes importés irrigués avec de l'eau contaminée. Pour l'instant, le nombre de cas connus en Amérique du Nord est faible et survient surtout de manière sporadique; il est peu probable de l'observer au Québec, sinon à la suite de l'ingestion d'aliments importés contaminés. Bien qu'il existe des souches animales et humaines, la transmission interspèce n'a pas été observée (Doyle *et al.*, 2001, Markell *et al.*, 1999).

1.2.3 Virus

Les gastro-entérites virales sont maintenant reconnues parmi les plus importantes infections virales chez les humains. Ces infections sont particulièrement répandues chez les jeunes enfants, certaines études ayant démontré la présence de tels virus dans les fèces de plus de 50 % d'enfants atteints de gastro-entérite (Glass *et al.*, 2001). Aux États-Unis, il est estimé qu'environ 11 % des citoyens de ce pays sont atteints d'une gastro-entérite virale chaque année. Il existe cependant très peu de virus présents chez les animaux susceptibles de se retrouver dans le lisier ou le fumier et capables de représenter un risque de contamination des humains par l'ingestion d'eau. Dans cette section, une brève description de certains virus responsables d'une symptomatologie gastro-entérique est présentée; les souches de ces virus présentes chez les animaux ont une très faible probabilité d'infecter les humains.

Les rotavirus existent tant chez les animaux que chez les humains, mais les diverses souches sont adaptées à leurs hôtes respectifs, et il n'existe pas de cas connus de transmission interspécifique (Koneman, 1997). La transmission est fécale-orale, de personne à personne, par les aliments, l'eau ou diverses surfaces ou objets contaminés. C'est un virus répandu qui est la principale cause de gastro-entérite chez les enfants (Santé Canada, 2001a). Au Québec, il n'existe pas de suivi systématique des infections à rotavirus, mais une étude portant sur les hospitalisations entre 1985 et 1998 a mis en lumière que, chaque année, entre 1 353 et 1 849 enfants ont été hospitalisés pour une infection à rotavirus (Buigues *et al.*, 2002).

Les calicivirus font partie d'une famille de virus, les *caliciviridae*, qui comprennent plusieurs groupes distincts sur le plan sérologique, dont les petits virus ronds (SRSV pour « Small round structured virus »); le représentant le plus connu est le virus de Norwalk (Petric, 1999). La transmission s'effectue par voie fécale-orale, particulièrement par le biais d'aliments contaminés ou le contact de personne à personne. Les infections d'origine hydrique représenteraient environ 3 % des cas connus (Centers for Disease Control and Prevention, 2001). Le nombre de cas est inconnu pour le Québec et le Canada, bien que des éclosions et des épidémies surviennent périodiquement, notamment dans les hôpitaux et les centres d'hébergement.

L'hépatite A a été incluse dans la liste des agents viraux transmissibles par l'eau. Cette maladie se transmet par la voie oro-fécale et l'eau contaminée est reconnue comme un véhicule d'infection non négligeable (Koneman, 1997, Santé Canada, 2001c). De 1990 à 1999, le nombre annuel de cas d'hépatite A au Québec a varié de 190 à 688 (Louchini *et al.*, 2001). Quant au virus de l'hépatite E, sa prévalence est élevée chez les porcs, mais il n'existe aucune preuve qu'il représente un risque pour la santé publique au Québec; la raison pourrait être que les souches animales et humaines sont différentes (Brodeur *et al.*, 1999). Bien que l'ingestion d'eau contaminée soit le véhicule de transmission le plus fréquent, les cas diagnostiqués en Amérique du Nord l'ont été chez des personnes ayant séjourné dans des zones où le virus est endémique (comme l'Afrique et l'Asie) (Chin, 2000, Santé Canada, 2001b).

2 OBJECTIFS

La présente étude épidémiologique est de type écologique. Son but est de décrire la fréquence des maladies entériques aiguës pouvant être d'origine animale et transmissibles par l'eau, selon le lieu de résidence (municipalités en surplus de fumier versus municipalités témoins), tout en considérant la source et le type de traitement de l'eau desservant la municipalité.

2.1 OBJECTIF GÉNÉRAL

Évaluer si les cas de maladies entériques aiguës d'origine hydrique inscrits dans le registre des hospitalisations (Med-Écho) et dans le registre des maladies à déclaration obligatoire (MADO) pendant la période de 1995 et 1999 sont plus fréquents dans des municipalités en surplus de fumier (municipalités exposées) que dans les municipalités sans surplus de fumier (municipalités témoins).

2.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Comparer les taux d'hospitalisations pour des maladies entériques aiguës entre les municipalités exposées et les municipalités témoins.
- Comparer les taux d'incidence des maladies entériques à déclaration obligatoire entre les municipalités exposées et les municipalités témoins.
- Effectuer les comparaisons précédentes en tenant compte :
 - de l'origine possiblement animale de l'infection;
 - de la source d'eau desservant ce territoire (eau de surface, eau souterraine);
 - du type de traitement de l'eau utilisée par le réseau d'aqueduc municipal (chloration, sans chloration);
 - de la vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux à la contamination microbiologique;
 - de l'importance du surplus de fumier (bilan de phosphore) du territoire de la municipalité.

3 MÉTHODOLOGIE

3.1 PLAN D'ANALYSE

Nous définissons premièrement la période et le territoire à l'étude, puis les données des caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux. Le plan d'analyse consiste sommairement à comparer les caractéristiques socio-économiques des différents territoires à l'étude, puis, dans un deuxième temps, à comparer la fréquence des maladies entériques (hospitalisations et incidence) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins. Finalement, les méthodes d'analyses statistiques sont présentées.

3.2 PÉRIODE ET TERRITOIRE À L'ÉTUDE

Les données d'hospitalisation pour maladies entériques et les données d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire possiblement de sources hydriques ont été étudiées pour la période de 1995 à 1999.

3.2.1 Municipalités en surplus de fumier

Dans la présente étude, les municipalités en surplus de fumier (municipalités exposées) ont au moins 10 % de leur superficie localisée à l'intérieur des bassins versants des sept rivières québécoises dont le surplus de fumier sont les plus importants, selon le bilan du MENV pour l'année 1999 : Chaudière, Etchemin et Boyer dans la région de Chaudière-Appalaches, Bayonne et L'Assomption dans Lanaudière, et Yamaska et Nicolet situées principalement dans les régions de la Montérégie et du Centre-du-Québec. De plus, elles doivent avoir un territoire agricole qui constitue plus de 25 % de leur superficie totale et avoir un bilan de phosphore excédentaire pour l'année 1999.

Le bilan de phosphore est établi en vertu de l'application du Règlement sur les exploitations agricoles (Loi sur la qualité de l'environnement); il tient compte du phosphore produit par les animaux et des prélèvements effectués par les cultures. Un résultat positif du bilan de phosphore pour une municipalité indique que la quantité de fumier produite par les animaux d'élevage dépasse les besoins des cultures de la municipalité (c'est-à-dire que la quantité de phosphore des fumiers produits sur le territoire agricole de la municipalité est supérieure à la quantité qui est exigée par les plantes³). Pour le calcul du bilan de phosphore, on suppose que toutes les superficies en culture sont disponibles pour l'épandage des fumiers, et que les fumiers sont uniquement épandus sur les surfaces en culture. Ainsi, le bilan de phosphore ne considère pas le phosphore des engrais chimiques utilisés. On distingue trois catégories d'excédents de phosphore :

- catégorie 1 : 1 à 10 kg de P₂O₅/ha, qualifiée de légèrement excédentaire;
- catégorie 2 : 10 à 20 kg de P₂O₅/ha, qualifiée de modérément excédentaire;
- catégorie 3 : plus de 20 kg de P₂O₅/ha, qualifiée de fortement excédentaire.

Ces catégories sont utilisées pour la comparaison de la fréquence des maladies entériques.

Les territoires des municipalités ont été uniformisés dans toutes les bases de données à la définition légale de décembre 2001 (<http://www.msss.gouv.qc.ca/f/statistiques/dectergo.htm>, Module de recherche territoriale M34-Web, avril 2002) et que dans les cas de fusions municipales postérieures à 1999 ; une estimation du bilan de phosphore a été effectuée en pondérant par la superficie agricole des anciennes municipalités.

3. Le rapport « Méthodologie » de l'analyse des données relatives à la qualité de l'eau potable dans les sept bassins versants en surplus de fumier détaille la méthode de calcul du bilan de phosphore (Normand Rousseau, MENV).

3.2.2 Municipalités témoins

Trois types de municipalités témoins sont considérés aux fins de comparaison avec les municipalités en surplus de fumier. Les municipalités témoins présentent toutes un bilan de phosphore déficitaire, (c'est-à-dire que la quantité de phosphore des fumiers produits sur le territoire agricole de la municipalité est inférieure à la quantité qui est exigée par les plantes).

- Le premier type de municipalités témoins est composé de l'ensemble des municipalités agricoles au Québec (c'est-à-dire dont le territoire agricole couvre plus de 25 % de la superficie totale de la municipalité) ayant un bilan de phosphore déficitaire et qui sont localisées à l'extérieur des sept bassins versants en surplus de fumier.
- Le deuxième type de municipalités témoins est composé des municipalités non agricoles (le territoire agricole couvre moins de 25 % de la superficie totale de la municipalité) localisées à l'extérieur des bassins versants en surplus de fumier. Ces municipalités sont utilisées dans le protocole d'échantillonnage pour les réseaux d'alimentation en eau potable (version préliminaire de mars 2002, MENV, Direction des politiques du secteur municipal). Elles sont localisées dans les régions administratives de : Québec, Mauricie, Outaouais, Estrie et Laurentides.
- Le troisième type de municipalités témoins est constitué de municipalités non agricoles (le territoire agricole couvre moins de 25 % de la superficie totale de la municipalité) qui sont localisées à l'intérieur des sept bassins versants en surplus de fumier.

3.3 CARACTÉRISTIQUES DES RÉSEAUX D'AQUEDUC MUNICIPAUX

La source (eau de surface ou souterraine) et le type de traitement (chloration ou sans chloration) de l'eau des réseaux d'aqueduc municipaux ont été fournis par le MENV, à partir de la banque de données « Eau potable ». Ces données décrivent l'état du réseau au moment de l'extraction de la base de données (octobre 2002). Cependant, les données se rapportent au découpage géographique légal en décembre 2001. Ainsi, dans certains cas, les codes municipaux d'origine de la base de données du MENV ont été modifiés.

Dans le cas de municipalités qui ne sont pas desservies au complet par un réseau d'aqueduc municipal, les caractéristiques des réseaux de distribution ont été considérées seulement si l'estimation de la population desservie par le ou les réseaux d'aqueduc municipaux était supérieure à 50 % de la population totale de la municipalité. De plus, dans le cas où les réseaux qui alimentent une municipalité mélangent de l'eau de surface et de l'eau souterraine, l'eau de surface a été retenue en raison du plus grand risque de contamination microbienne qu'elle représente. Pour la même raison, l'absence de traitement par chloration a été retenue dans le cas d'une municipalité approvisionnée par des réseaux qui appliquent des types de traitements de l'eau brute différents.

L'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux a été extrait d'une étude antérieure portant sur l'incidence de la giardiose au Québec (Lévesque *et al.*, 1999, Rochette *et al.*, 1996). Il est à noter que, contrairement aux autres données relatives aux réseaux d'aqueduc municipaux, l'indice de vulnérabilité se rapporte à l'état des réseaux d'aqueduc en 1995. Compte tenu que les données d'hospitalisations et d'incidence des maladies entériques portent sur la période de 1995 à 1999, il nous est apparu opportun d'utiliser l'indice de vulnérabilité des réseaux établis en 1995. Dans le cas de fusions municipales survenues entre 1995 et décembre 2001, si les municipalités fusionnées possédaient des indices de vulnérabilité différents, la valeur la plus à risque était retenue. Les valeurs possibles de l'indice de vulnérabilité sont :

- très vulnérable : eau de surface, traitée par une simple chloration;
- vulnérable : eau souterraine sous influence d'une eau de surface, traitée avec une simple chloration;
- peu vulnérable : eau de surface avec un traitement complet;
- non vulnérable : eau souterraine;
- inconnu ou indéterminé.

3.4 PROFILS SOCIO-ÉCONOMIQUES DES MUNICIPALITÉS À L'ÉTUDE

Afin de comparer les différents types de municipalités à l'étude (les municipalités exposées et les trois types de municipalités témoins) les profils socio-économiques ont été comparés.

3.4.1 Sources de données

Les effectifs de population ainsi que les caractéristiques socio-économiques par sexe et par groupe d'âge de cinq ans, pour chacune des municipalités, proviennent du recensement de l'année 1996 effectué par Statistique Canada. Les caractéristiques socio-économiques utilisées dans les comparaisons sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 **Caractéristiques socio-économiques utilisées**

Caractéristique socio-économique	Définition
Population de 15 ans et plus	
Nombre total de logements	
Revenu moyen de la population totale de 15 ans et plus (\$)	Revenu moyen de la population totale de 15 ans et plus (pour l'année 1995)
Revenu moyen des familles de recensement en 1995 (\$)	Revenu moyen des familles de recensement (pour l'année 1995)
Taux d'activité de la population (%)	(Population active totale/Population totale de 15 ans et plus) X 100
Taux d'emploi (%)	(Nombre total de personnes à l'emploi/Population totale de 15 ans et plus) X 100
Taux de chômage (%)	(Nombre total de chômeurs/Population totale de 15 ans et plus) X 100
Proportion de logements locatifs (%)	(Nombre total de ménages locataires/Nombre total de ménages) X 100
Proportion de ménages unifamiliaux (%)	(Nombre total de ménages unifamiliaux/Nombre total de ménages) X 100
Proportion de la population sans aucun diplôme (%)	(Nombre de personnes qui ne déclarent aucun grade de scolarité/Population totale de 15 ans et plus) X 100
Proportion de la population avec un diplôme d'études secondaires complété (%)	(Nombre de personnes qui déclarent détenir un certificat d'études secondaires [incluant une école de métier]/Population totale de 15 ans et plus) X 100
Proportion de la population qui détient un baccalauréat ou un autre diplôme universitaire terminé (%)	(Nombre de personnes qui déclarent détenir un baccalauréat ou tout autre diplôme universitaire terminé)/Population totale de 15 ans et plus) X 100

3.4.2 Analyses statistiques

Le test du *t* de Student pour la comparaison de deux moyennes a été utilisé afin de comparer les caractéristiques socio-économiques des municipalités en surplus de fumier à chacun des trois types de municipalités témoins. Les intervalles de confiance des moyennes arithmétiques ont également été établis à titre indicatif. Le seuil de signification statistique de $\alpha = 1\%$ ($p \leq 0,010$) a été utilisé.

3.5 HOSPITALISATIONS POUR MALADIES ENTÉRIQUES

3.5.1 Sources de données

Le nombre d'hospitalisations pour maladies entériques aiguës a été obtenu à partir du registre Med-Écho qui consigne les renseignements relatifs à chaque hospitalisation survenue dans les établissements hospitaliers de soins de courte durée au Québec. Les consultations pour soins d'un jour sont exclues de ce registre. Les variables retenues pour chacune des hospitalisations, à partir du registre Med-Écho, sont :

- l'âge de l'individu;
- le sexe de l'individu;
- le code municipal de résidence au moment de l'hospitalisation;
- la date de l'hospitalisation;
- le diagnostic principal de l'hospitalisation (CIM-9);
- les 15 diagnostics secondaires de l'hospitalisation (CIM-9);
- le numéro d'assurance maladie (NAM) encrypté.

Afin d'estimer l'incidence des maladies entériques à partir des données d'hospitalisation, le NAM encrypté a été utilisé afin d'éliminer, pour un même individu, les hospitalisations effectuées pour un même diagnostic, à moins de 30 jours d'intervalle (c'est-à-dire 1 mois) de la date de sortie de la première hospitalisation. Dans ces situations, si deux diagnostics différents étaient présents, le diagnostic le plus précis a été retenu. Ainsi, les diagnostics des regroupements A1 et A2 (tableau 2) ont été retenus de manière prioritaire par rapport aux diagnostics des regroupements A3 et B.

Le choix des diagnostics retenus est basé sur une revue de la littérature concernant les organismes pathogènes d'origine animale transmissibles par l'eau potable (voir section 1.1). De plus, nous avons tenu compte des hospitalisations avec symptômes de gastro-entérite non liés à la détection d'un organisme pathogène. Les critères retenus sont en fait une adaptation de la classification utilisée dans une étude récente réalisée à Vancouver (Aramini et al., 2000). Par la suite, nous avons consulté un gastro-entérologue, le Dr Pierre Gagnon du Centre hospitalier universitaire de Québec ainsi que les collaborateurs scientifiques du projet afin de nous assurer de la pertinence des différents diagnostics et symptômes retenus.

La sélection des hospitalisations retenues pour l'étude est effectuée à l'aide du diagnostic principal et des diagnostics secondaires pour les hospitalisations qui ont eu lieu pendant la période d'étude (01-01-1995 au 31-12-1999). Il est à noter que les fichiers administratifs des années 1994-1995 à 2000-2001 ont été exploités pour l'extraction des hospitalisations. Dans le registre Med-Écho, le diagnostic principal ainsi que les diagnostics secondaires sont codifiés selon la 9^e révision de la Classification internationale des maladies (CIM-9). Pour qu'un cas soit retenu dans l'étude, deux définitions de cas seront utilisées en exploitant soit uniquement le diagnostic principal, soit simultanément le diagnostic principal et les diagnostics secondaires de l'hospitalisation. Ainsi, les définitions de cas sont :

- le diagnostic principal fait partie des regroupements A1, A2 ou A3 du tableau 2;
- le diagnostic principal fait partie du regroupement B et celui-ci est associé à au moins un diagnostic secondaire des regroupements A1, A2 ou A3 du tableau 2.

Tableau 2 Regroupements des diagnostics des maladies entériques pour les hospitalisations

CIM-9	Description
Regroupement A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	
003 ¹	Autres infections à <i>Salmonella</i> (que la fièvre typhoïde et paratyphoïde)
007.1	Giardiase
007.4	Cryptosporidiose ²
007.8	Autres maladies intestinales à protozoaires
007.9	Maladies intestinales à protozoaires non spécifiés
008.0 ³	<i>Escherichia coli</i>
008.43	<i>Campylobacter</i> ⁴
008.44	<i>Yersinia enterocolitica</i> ⁴
Regroupement A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	
002 ⁵	Fièvres typhoïde et paratyphoïde
004 ⁶	Shigellose
007.5	Cyclosporose ⁷
008.61	Rotavirus ⁴
008.63	Virus de Norwalk ⁴
008.64	Autres virus ronds et petits ⁴
008.65	Calicivirus ⁴
070.0	Hépatite A (avec coma hépatique)
070.1	Hépatite A (sans coma hépatique)
Regroupement A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	
009.0	Colite, entérite et gastro-entérite infectieuses
009.1	Colite/entérite/gastro-entérite d'origine présumée infectieuse
009.2	Diarrhée infectieuse
009.3	Diarrhée d'origine présumée infectieuse
535.0	Gastrite aiguë
535.4	Autres gastrites spécifiques
535.5	Gastrite et gastro-duodénite sans précision
535.6	Duodénite
558.9	Autres gastro-entérites et colites non infectieuses
787.0	Nausées et vomissements
Regroupement B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	
276 ⁸	Troubles de l'équilibre acido-basique et du métabolisme de l'eau et des électrolytes
283.11	Syndrome hémolytique et urémique
446.6	Purpura thrombocytopénique thrombotique
578.1	Melæna
691.0	Érythème fessier du nourrisson
780.6	Pyrexie d'origine inconnue (fièvre)
783.0	Anorexie
783.2	Perte de poids anormale
787 ⁹	Symptômes relatifs à l'appareil digestif
789.0	Douleurs abdominales

¹ Inclut toutes les sous-catégories : 003.0, 003.1, 003.2, 003.8, 003.9.

² Codification en vigueur depuis le 1^{er} oct. 1997

³ Inclut toutes les sous-catégories : 008.00, 008.01, 008.02, 008.03, 008.04 et 008.09.

⁴ Codification en vigueur depuis le 1^{er} oct. 1992

⁵ Inclut toutes les sous-catégories : 002.0, 002.1, 002.2, 002.3 et 002.9

⁶ Inclut toutes les sous-catégories : 004.0, 004.1, 004.2, 004.3, 004.8 et 004.9.

⁷ Codification en vigueur depuis le 1^{er} oct. 2000

⁸ Inclut toutes les sous-catégories : 276.1 à 276.9.

⁹ Inclut toutes les sous-catégories : 787.0 à 787.9.

3.5.2 Analyses statistiques

3.5.2.1 Calcul des taux standardisés d'hospitalisations

Les taux standardisés sont calculés selon la méthode directe de standardisation. L'équation utilisée pour le calcul du taux standardisé (TS_j) pour le groupe d'âge et le sexe et pour un territoire est la suivante :

$$TS_j = \sum_i w_i \frac{d_{ij}}{n_{ij}}$$

- où :
- TS_j = Taux standardisé pour l'âge et le sexe pour le territoire j
 - i = Groupe d'âge et le sexe i
 - w_i = Poids pour le groupe d'âge et le sexe i
 - d_{ij} = Nombre de nouveaux cas pour le groupe d'âge et le sexe i dans le territoire j
 - n_{ij} = Personnes-années d'observation pour le groupe d'âge et le sexe i et le territoire j

Le nombre de personnes-années est la somme des effectifs de population sur la période d'étude. Les groupes d'âge quinquennaux ont été utilisés : 0-4 ans, 5-9 ans, ..., 85 ans et plus. Les taux standardisés ont été établis en stratifiant les données selon trois regroupements d'âge :

- 0 à 4 ans;
- 65 ans et plus;
- Ensemble de la population (tous les groupes d'âge).

Les systèmes de poids utilisés pour la standardisation des taux ont été établis à partir des effectifs de population en 1996 pour l'ensemble de la province. Ces systèmes de poids sont présentés au tableau 3.

Tableau 3 **Systèmes de poids utilisés pour la standardisation des taux**

Sexe	Groupe d'âge	Population (Province de Québec, 1996)	Systèmes de poids		
			Ensemble de la population	65 ans et plus	0 à 4 ans
F	0 à 4 ans	223 205	0,031		0,490
F	5 à 9 ans	223 425	0,031		
F	10 à 14 ans	223 785	0,031		
F	15 à 19 ans	241 270	0,034		
F	20 à 24 ans	225 370	0,032		
F	25 à 29 ans	240 555	0,034		
F	30 à 34 ans	304 750	0,043		
F	35 à 39 ans	326 110	0,046		
F	40 à 44 ans	297 620	0,042		
F	45 à 49 ans	269 655	0,038		
F	50 à 54 ans	222 615	0,031		
F	55 à 59 ans	173 960	0,024		
F	60 à 64 ans	161 395	0,023		
F	65 à 69 ans	154 010	0,022	0,179	
F	70 à 74 ans	134 645	0,019	0,157	
F	75 à 79 ans	98 385	0,014	0,114	
F	80 à 84 ans	68 180	0,010	0,079	
F	85 ans et plus	55 365	0,008	0,064	
M	0 à 4 ans	232 160	0,033		0,510
M	5 à 9 ans	233 500	0,033		
M	10 à 14 ans	235 985	0,033		
M	15 à 19 ans	252 870	0,035		
M	20 à 24 ans	228 260	0,032		
M	25 à 29 ans	240 820	0,034		
M	30 à 34 ans	304 975	0,043		
M	35 à 39 ans	322 160	0,045		
M	40 à 44 ans	293 575	0,041		
M	45 à 49 ans	265 050	0,037		
M	50 à 54 ans	218 310	0,031		
M	55 à 59 ans	167 145	0,023		
M	60 à 64 ans	148 140	0,021		
M	65 à 69 ans	130 340	0,018	0,152	
M	70 à 74 ans	100 545	0,014	0,117	
M	75 à 79 ans	62 405	0,009	0,073	
M	80 à 84 ans	35 700	0,005	0,042	
M	85 ans et plus	20 760	0,003	0,024	
Total		7 137 000	1,000	1,000	1,000

3.5.2.2 Calcul des rapports de taux standardisés (RTS)

Le rapport de taux standardisé d'hospitalisations pour l'âge et le sexe (RTS) est défini comme le rapport du taux standardisé de l'ensemble des municipalités exposées ($TS_{Exposées}$), sur le taux standardisé des municipalités témoins ($TS_{Témoins}$) :

$$RTS_{Exposées / Témoins} = \frac{TS_{Exposées}}{TS_{Témoins}}$$

Tels qu'ils sont présentés à la section 3.2, trois groupes de municipalités témoins sont utilisés. De plus, ces comparaisons sont établies pour chacun des trois regroupements d'âge utilisés (voir section 3.5.2). De même, ces comparaisons sont effectuées en stratifiant les municipalités exposées selon l'importance de leur

excédent en phosphore (catégories d'excédent 1, 2 et 3⁴). Finalement, les comparaisons de taux entre l'ensemble des municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins sont calculées en stratifiant selon la source d'eau (surface versus souterraine) et le type de traitement de l'eau brute (chloration ou non) dans les réseaux d'aqueduc municipaux. Les comparaisons des taux d'hospitalisations ont été effectuées en différenciant les infections et les maladies possiblement transmissibles par l'eau potable d'origine animale et d'étiologie inconnue (tableau 2).

De façon à s'assurer de la stabilité des taux utilisés dans chacune des comparaisons, les RTS établis à partir d'un taux instable (c'est-à-dire dont le coefficient de variation d'un des deux taux est supérieur à 33,3 %⁵) ne sont pas considérés dans la présentation des résultats. Le coefficient de variation d'un taux standardisé est défini comme le rapport de l'écart-type du taux standardisé sur le taux standardisé. L'équation utilisée est donc :

$$\text{Coefficient de variation } TS_j = \frac{\sqrt{\sum_i w_i^2 \frac{d_{ij}}{n_{ij}^2}}}{TS_j}$$

Afin de déterminer la signification statistique de chacune de ces comparaisons, la statistique z a été utilisée. Ainsi, sous l'hypothèse nulle ($H_0 : RTS_{\text{Exposées/Témoins}} = 1$), la statistique suivante z :

$$z = \frac{(\ln TS_{\text{Exposées}} - \ln TS_{\text{Témoins}})}{\sqrt{\text{Variance}(\ln RTS_{\text{Exposées/Témoins}})}}$$

suit une distribution normale. La valeur p , correspondante à la valeur calculée de z , est obtenue à partir de la distribution normale centrée réduite (c'est-à-dire de moyenne égale à zéro [0] et d'écart-type égal à un [1]). Soulignons que, compte tenu du grand nombre de comparaisons possibles, pour conclure à une différence significative entre le taux de l'ensemble des municipalités exposées et celui des municipalités témoins ($RTS_{\text{Exposées/Témoins}} \neq 1$), le seuil utilisé est de $\alpha = 1\%$ ($p \leq 0,010$).

La variance du logarithme de $RTS_{\text{Exposées/Témoins}}$, nécessaire pour le calcul de z est calculée à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Variance}(\ln RTS_{\text{Exposées/Témoins}}) = \frac{\text{Variance } TS_{\text{Exposées}}}{TS_{\text{Exposées}}^2} + \frac{\text{Variance } TS_{\text{Témoins}}}{TS_{\text{Témoins}}^2}$$

où : $\text{Variance } TS = \sum w_i^2 \frac{d_i}{n_i}$

Les intervalles de confiance (IC) à 99 % des RTS ont également été calculés. La formule utilisée est :

$$IC = e^{(\ln RTS_{\text{Exposées/Témoins}} \pm Z_{\alpha/2} \sqrt{\text{Variance}(\ln RTS_{\text{Exposées/Témoins}})})}$$

Afin de systématiser la présentation et l'interprétation des résultats, la classification de Monson (Monson, 1980) a été utilisée pour qualifier la force des associations significatives sur le plan statistique. Nous avons cependant adapté cette classification au contexte d'une étude épidémiologique de type descriptif (tableau 4).

-
4. On distingue trois catégories d'excédents de phosphore : la catégorie 1 : 1 à 10 kg de P_2O_5 /ha : légèrement excédentaire; la catégorie 2 : 10 à 20 kg de P_2O_5 /ha : modérément excédentaire; et la catégorie 3 : plus de 20 kg de P_2O_5 /ha : fortement excédentaire.
 5. Selon les normes en vigueur à Statistique Canada et à Santé Canada (Comité consultatif fédéral-provincial sur la santé de la population, 1999).

Tableau 4 Force de l'association pour la présentation et l'interprétation des résultats

RTS < 1	RTS > 1	Force de l'association	Qualification concernant l'écart entre le taux d'un territoire et la référence
0,84 - 1,00	1,00 - 1,19	Aucune (ou très faible)	Aucune ou à peine
0,67 - 0,83	1,20 - 1,49	Faible	Légèrement
0,50 - 0,66	1,50 - 1,99	Modérée	Modérément
0,33 - 0,49	2,00 - 2,99	Importante	Fortement
0,32 et moins	3,00 et plus	Très importante	Beaucoup

3.6 INCIDENCE DES MALADIES ENTÉRIQUES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE DE SOURCES HYDRIQUES

3.6.1 Sources de données

Les cas incidents d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques sont extraits de la banque provinciale dépersonnalisée MADO. Pour chaque cas incident, les informations suivantes ont été extraites :

- l'âge de l'individu au moment de l'évènement;
- le sexe de l'individu;
- l'année de l'évènement;
- la maladie;
- la municipalité (code municipal) de résidence au moment de l'évènement.

Les infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques retenues dans le cadre de cette étude sont présentées au tableau 5.

Tableau 5 Regroupements des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques probables retenues

Regroupements des infections	Description
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	
4	<i>Campylobacter</i>
16	Entérite à <i>Escherichia coli</i> (O157)
25	Gastro-entérite à <i>Yersinia Enterocolitica</i>
26	Giardiase
54	Salmonellose
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	
56	Shigellose
20, 21, 22, 23	Fièvres typhoïde et paratyphoïde
38, 39, 40	Méningites à entérovirus (Coxsackie, ECHO et sans précision)
31	Hépatite virale A

3.6.2 Analyses statistiques

Les méthodes de calcul des taux et des RTS présentées précédemment (voir sections 3.5.2 et 3.5.2.2) s'appliquent intégralement aux données d'incidence des MADO.

4 RÉSULTATS

4.1 PROFILS SOCIO-ÉCONOMIQUES

L'ensemble des municipalités à l'étude regroupe, en 1996, un total de 1 741 876 personnes. La répartition de cette population selon le type de municipalités à l'étude est présentée au tableau 6. On remarque que les effectifs de population varient de manière importante selon le type de municipalités à l'étude. D'une part, dans les 140 municipalités exposées, on trouve une population totale d'un peu plus de 500 000 personnes. On constate que seul l'ensemble des municipalités agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants en surplus de fumier présente une population comparable. Les deux autres types de municipalités comportent des effectifs nettement inférieurs, tant pour le nombre de municipalités que pour la population totale.

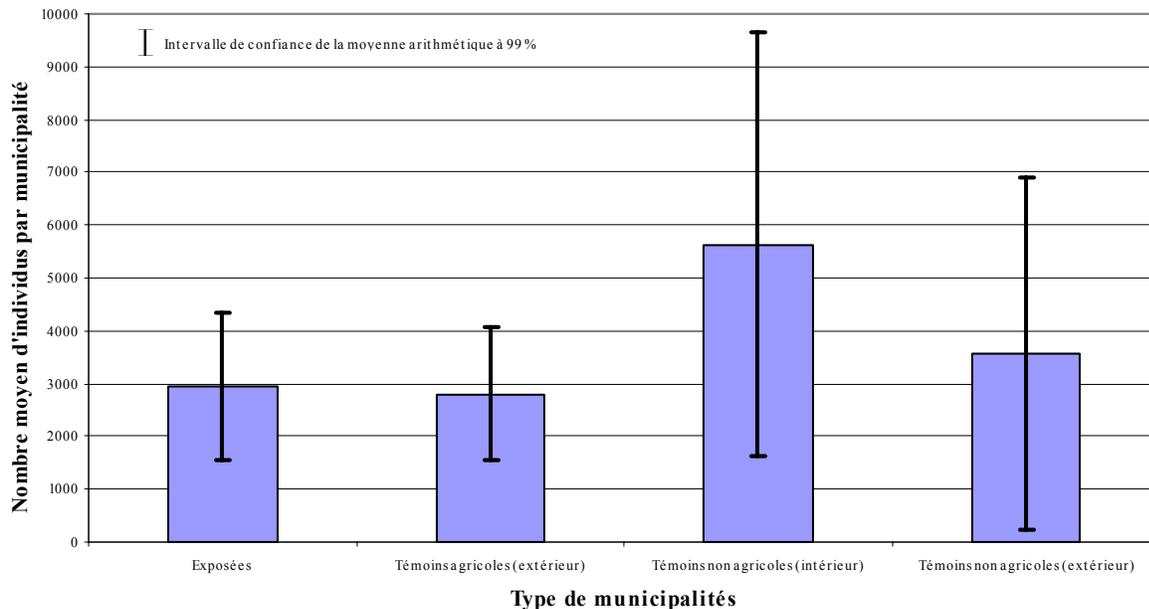
Tableau 6 Effectifs de population selon le type de municipalités à l'étude

Type de municipalités	Nombre de municipalités	Population	%
Exposées (en surplus de fumier)	140	532 882	31
Témoins agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	168	610 636	35
Témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants	53	380 313	22
Témoins non agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	48	218 045	13
Total	409	1 741 876	100

La taille moyenne des municipalités, telle qu'elle est établie pour la population de 15 ans et plus, varie selon le type de municipalités à l'étude. Ainsi, les comparaisons effectuées à l'aide du test de *t* de Student entre l'ensemble des municipalités en surplus de fumier (exposées) et chacun des trois types de municipalités révèlent que la taille des municipalités n'est pas significativement différente entre les municipalités en surplus de fumier et chacun des trois types de municipalités témoins (tableau 7). Notons toutefois que la taille des municipalités est légèrement supérieure dans les municipalités non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants, même si cette différence n'est pas significative au seuil de 1 % ($p = 0,03$; tableau 7 et figure 1).

La comparaison des principaux paramètres socio-économiques pour les quatre types de municipalités à l'étude a également été effectuée (tableau 7). On constate, d'une part, que le revenu moyen des individus, de même que celui des familles de recensement, n'est pas différent sur le plan statistique entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins. De même, la proportion de logements entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins ne présente pas de différence significative sur le plan statistique. D'autre part, la comparaison des municipalités en surplus de fumier par rapport aux différents types de municipalités témoins révèle que le taux d'activité est significativement supérieur dans les municipalités exposées que dans les municipalités témoins. Dans le même ordre d'idées, le taux de chômage est significativement plus faible dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins. Finalement, le niveau de scolarité est significativement inférieur dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins. Il est à noter que ces statistiques se rapportent uniquement à l'échantillon des municipalités utilisées dans notre étude et ne peuvent pas être inférées à des ensembles plus importants de municipalités ou à l'ensemble de la province, par exemple.

Figure 1 Taille moyenne de la population des municipalités (population de 15 ans et plus) selon le type de municipalités à l'étude, 1996



Nous avons également étudié la répartition de la population selon les caractéristiques environnementales (bilan de phosphore) et les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux. Les effectifs de population selon le type de municipalités et ces paramètres sont présentés dans les tableaux 8a à 8d. Au regard de la source d'approvisionnement en eau brute des réseaux d'aqueduc municipaux (tableau 8a), on remarque qu'au total la majorité de la population à l'étude est alimentée à partir d'eau de surface (73 %). La répartition de la population selon le type de traitement de l'eau brute (tableau 8b) révèle, pour sa part, qu'au total 82 % de la population des municipalités à l'étude sont alimentées par un réseau qui n'utilise pas le procédé de chloration. Au tableau 8c, on observe que la classe « peu vulnérable » regroupe 57 % de la population totale des municipalités à l'étude. Enfin, la répartition de la population selon l'importance du bilan de phosphore (tableau 8d) indique des répartitions assez différentes de la population selon les catégories de surplus entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins.

On constate d'une manière générale que le nombre restreint de municipalités et les petits effectifs de population dans les municipalités témoins non agricoles (à l'intérieur [n=53] et à l'extérieur [n=48] des sept bassins versants à l'étude) limitent l'analyse des données (tableau 8). De plus, la répartition de la population dans ces deux types de municipalités témoins diffère de manière importante par rapport aux municipalités en surplus de fumier, principalement en ce qui concerne les sources d'approvisionnement, les types de traitement et le bilan de phosphore. Pour ces raisons, et afin de simplifier la présentation des comparaisons des municipalités exposées et témoins selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux et le bilan de phosphore, nous nous attarderons principalement sur les résultats des comparaisons entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude. Les résultats des comparaisons avec les autres groupes témoins sont présentés en annexe (tableaux A-2, A-3, A-4, A-5, A-7, A-8, A-9 et A-10).

Tableau 7 Comparaisons des paramètres socio-économiques selon le type de municipalités

Variables socio-économiques	Exposées (n=140 municipalités)		Témoins agricoles (extérieur) (n=168 municipalités)			Témoins non agricoles (intérieur) (n=53 municipalités)			Témoins non agricoles (extérieur) (n=48 municipalités)		
	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Valeur p du test de t	Moyenne	Écart-type	Valeur p du test de t	Moyenne	Écart-type	Valeur p du test de t
Population de 15 ans et plus	2937.6	6295.5	2805.5	6284.5	0.8545	5636.7	10911.9	0.0338	3552.5	8597.7	0.5974
Nombre total de logements	1419.5	3155.2	1322.8	3049.5	0.7859	2750.5	5283.8	0.3350	1722.8	4133.2	0.6440
Revenu moyen de la population totale de 15 ans et plus (\$)	24755.2	12920.7	23255.0	11235.7	0.2829	24613.4	17019.3	0.9563	22419.0	9921.2	0.1974
Revenu moyen des familles de recensement en 1995 (\$)	53180.2	27512.5	49107.6	23742.3	0.1700	51062.0	36083.8	0.6999	46297.4	22091.9	0.0842
Taux d'activité de la population (%)	64.1	5.7	60.9	8.1	0.0001	60.2	7.7	0.0002	58.3	9.3	< 0.0001
Taux d'emploi (%)	58.5	5.9	53.9	9.4	< 0.0001	53.1	9.5	< 0.0001	50.0	11.2	< 0.0001
Taux de chômage (%)	8.7	3.8	11.9	6.7	< 0.0001	12.3	6.5	< 0.0001	14.9	8.1	< 0.0001
Proportion de logements (%)	21.6	10.3	20.4	8.8	0.2692	22.3	14.3	0.7058	23.0	11.1	0.4560
Proportion de ménages unifamiliaux (%)	78.0	5.7	76.3	8.7	0.0554	74.0	7.9	0.0001	73.1	6.8	< 0.0001
Proportion de la population sans aucun diplôme (%)	46.9	7.8	44.3	9.6	0.0098	46.8	11.8	0.9477	46.4	15.9	0.7716
Proportion de la population avec un diplôme d'études secondaires complété (%)	35.6	5.2	35.9	6.2	0.6292	33.4	5.9	0.0222	33.3	7.8	0.0247
Proportion de la population qui détient un baccalauréat ou un autre diplôme universitaire terminé (%)	5.1	2.9	6.2	5.1	0.0165	7.3	5.6	0.0004	6.9	7.0	0.0107

Tableau 8 Population municipale totale en 1996, selon le type de municipalités à l'étude et les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux

a. Selon la source d'approvisionnement en eau brute en 2002

	Source d'approvisionnement des réseaux						Puits privés ¹		
	Eau de surface			Eau souterraine					
	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)
Exposées (surplus de fumier)	44	356 370	67	50	107 460	20	46	69 052	13
Témoins agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	62	432 009	71	48	89 238	15	58	89 389	15
Témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants	25	347 865	91	14	25 571	7	14	6 877	2
Témoins non agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	23	139 941	64	25	78 104	0	0	0	0
	154	1 276 185	73	137	300 373	0	118	165 318	9

¹ Pas de réseau d'aqueduc municipal ou le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

b. Selon le type de traitement de l'eau brute en 2002

	Type de traitement de l'eau brute						Puits privés ¹		
	Chloration			Sans chloration					
	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)
Exposées (surplus de fumier)	21	42 596	8	73	421 234	79	46	69 052	13
Témoins agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	26	46 883	8	84	474 364	78	58	89 389	15
Témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants	10	39 757	10	29	333 679	88	14	6 877	2
Témoins non agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	17	27 252	12	31	190 793	88	0	0	0
	74	156 488	9	217	1 420 070	82	118	165 318	9

¹ Pas de réseau d'aqueduc municipal ou le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

c. Selon l'indice de vulnérabilité du réseau municipal d'aqueduc en 1995

	Très vulnérable			Vulnérable			Peu vulnérable			Non vulnérable			Inconnu		
	N ^{bre} mun.	Population	(%)												
Exposées (surplus de fumier)	5	14 199	3	6	11 878	2	33	333 910	63	37	86 446	16	59	86 449	16
Témoins agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	21	90 114	15	10	28 093	5	36	343 409	56	37	75 140	12	64	73 880	12
Témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants	5	44 470	12	3	4 029	1	18	292 406	77	9	14 586	4	18	24 822	7
Témoins non agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	17	103 710	48	2	3 089	1	5	18 391	8	23	92 055	42	1	800	0
	48	252 493	14	21	47 089	3	92	988 116	57	106	268 227	15	142	185 951	11

d. Selon l'importance du bilan de phosphore du territoire municipal en 1999

	Catégorie de surplus de phosphore (P ₂ O ₅)								
	1 à 9 kg / ha			10 à 19 kg / ha			20 et + kg / ha		
	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)
Exposées (surplus de fumier)	45	198 010	37	28	175 640	33	67	159 232	30
	Catégorie de déficit en phosphore (P ₂ O ₅)								
	-1 à -9 kg / ha			-10 à -19 kg / ha			-20 et - kg / ha		
	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)	N ^{bre} mun.	Population	(%)
Témoins agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	69	150 332	25	45	96 431	16	54	363 873	60
Témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants	30	124 422	33	16	180 671	48	7	75 220	20
Témoins non agricoles localisées à l'extérieur des sept bassins versants	26	130 955	60	17	47 452	22	5	39 638	18
	170	603 719	35	106	500 194	29	133	637 963	37

4.2 HOSPITALISATIONS POUR MALADIES ENTÉRIQUES

4.2.1 Fréquence des hospitalisations selon les territoires à l'étude

Le tableau 9 présente le nombre d'hospitalisations, pendant la période de 1995 à 1999, selon les regroupements de diagnostics utilisés et le type de municipalités à l'étude. La majorité des hospitalisations enregistrées (90 %) proviennent du regroupement de diagnostics A3, c'est-à-dire les maladies possiblement transmissibles par l'eau potable mais dont l'étiologie est inconnue. Très peu d'hospitalisations (4 %) pour maladies entériques sont des infections possiblement d'origine animale qui peuvent être transmises par l'eau potable. Ces proportions, établies sur le nombre total d'hospitalisations pour les quatre types de municipalités à l'étude, ne varient pas de manière importante selon le type de municipalités.

Tableau 9 Nombre d'hospitalisations pour maladies entériques selon le type de maladies et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999

Regroupements de diagnostics	Type de municipalités à l'étude	Nombre d'hospitalisations	(%)
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	Exposées (en surplus de fumier)	230	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	185	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	69	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	142	
		626	4
A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	Exposées (en surplus de fumier)	35	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	47	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	9	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	36	
		127	1
A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	Exposées (en surplus de fumier)	4 808	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	4 831	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	1 385	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	3 814	
		14 838	90
B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	Exposées (en surplus de fumier)	266	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	317	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	91	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	199	
		873	5
Total		16 464	100

On trouve au tableau 10 la fréquence des hospitalisations selon le diagnostic. Au total, on constate que 50 % de toutes les hospitalisations ont été des gastro-entérites et colites d'étiologie inconnue. Par ordre d'importance, le deuxième diagnostic est l'ensemble des gastrites et duodénites qui représente 28 % de l'ensemble des hospitalisations. L'analyse des différents regroupements de diagnostics révèle que les infections d'origine animale sont constituées principalement (c'est-à-dire à 95 %) d'hospitalisations pour gastro-entérite d'origine bactérienne. L'hépatite A est le diagnostic le plus fréquemment trouvé parmi les hospitalisations pour lesquelles l'infection n'est pas d'origine animale (regroupement A2). Pour le

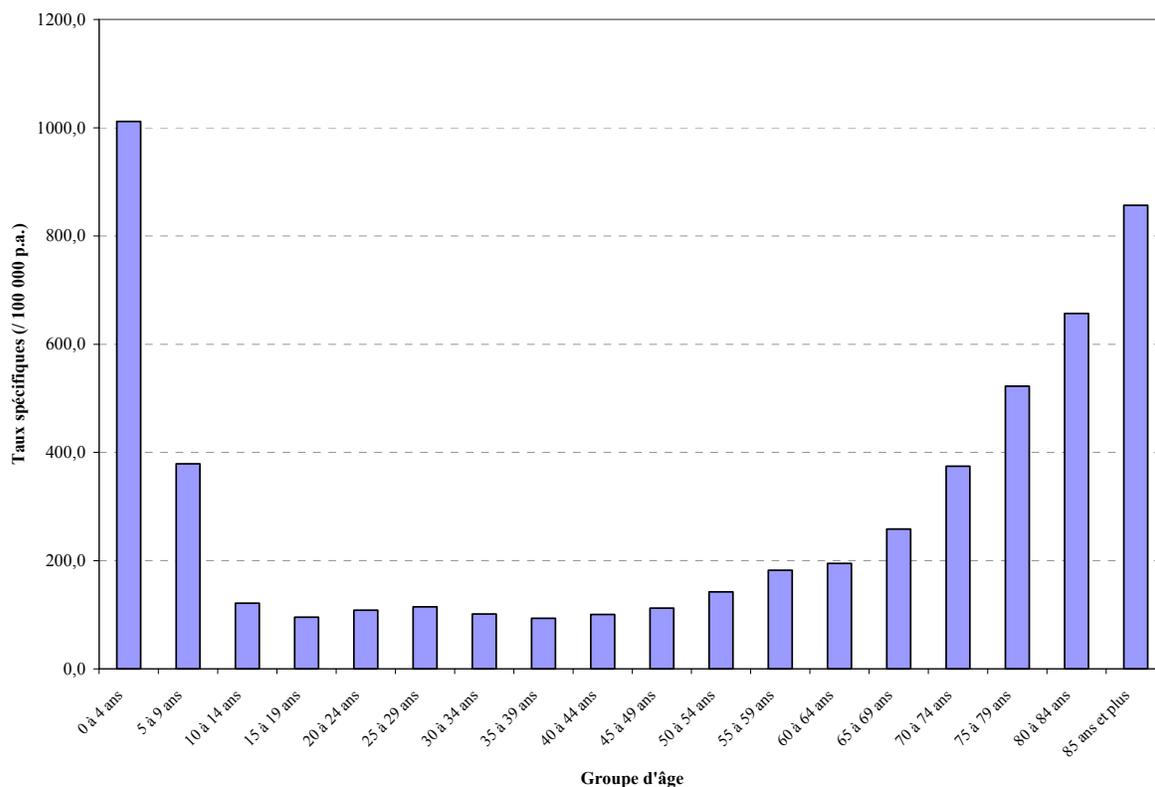
regroupement des maladies d'étiologie inconnue, la gastro-entérite « étiquetée » non infectieuse est la maladie la plus fréquente avec 50 % de toutes les hospitalisations. Pour le regroupement des symptômes, groupe moins important que les trois regroupements précédents, on constate que les douleurs abdominales et les symptômes relatifs à l'appareil digestif sont plus fréquents que les autres diagnostics.

Tableau 10 Nombre d'hospitalisations selon le diagnostic et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999

Regroupements des diagnostics	Diagnostics	Description des diagnostics	Nombre d'hospitalisations 1995-1999				Total	%
			Exposées	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins	Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins		
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau	003 et 008	Gastro-entérite bactérienne	215	174	67	137	593	3,6
	007	Gastro-entérite à protozoaire	15	11	2	5	33	0,2
A2: Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	002	Fièvre typhoïde et paratyphoïde	2	2			4	0,0
	004	Shigellose	8	9	3	5	25	0,2
	008	Gastro-entérite bactérienne	1	5	1	2	9	0,1
	070	Hépatite A (avec et sans coma hépatique)	24	31	5	29	89	0,5
A3: Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue		Colite/entérite/gastro-entérite infectieuse	472	249	105	306	1 132	6,9
	009	Gastrite et duodénite	1 406	1 682	360	1 147	4 595	27,9
	535	Gastro-entérites et colites non infectieuses	2 612	2 643	811	2 156	8 222	49,9
	558	Nausées et vomissements	787	257			575	3,5
B: Symptômes divers associés à une maladie entérique	276	Troubles de l'équilibre acido-basique et du métabolisme de l'eau et des électrolytes	61	82	20	54	217	1,3
	283	Syndrome hémolytique et urémique	1				1	0,0
	446	Purpura thrombocytopénique thrombotique				1	1	0,0
	578	Melena	34	16	8	13	71	0,4
	691	Érythème fessier du nourrisson				1	1	0,0
	780	Pyrexie d'origine inconnue (fièvre)	38	35	18	26	117	0,7
Symptômes relatifs à l'appareil digestif	783	Anorexie et perte de poids anormale	10	5		5	20	0,1
	787	Symptômes relatifs à l'appareil digestif	1	10	110	209	330	2,0
	789	Douleurs abdominales	121	169	44	95	429	2,6
Total			5 339	5 380	1 554	4 191	16 464	100,0

Le tableau A-1 en annexe présente le nombre ainsi que les taux spécifiques d'hospitalisations (total hommes et femmes) pour maladies entériques, pour l'ensemble des municipalités à l'étude. On constate à la figure 2 que la maladie est nettement plus fréquente chez les enfants de moins de 10 ans. Chez les adultes, le taux d'hospitalisations ne varie que très peu selon le groupe d'âge quinquennal. On constate cependant que les taux spécifiques d'hospitalisations augmentent de manière importante à partir du groupe d'âge de 65 ans et plus. En fait, chez les personnes âgées de 85 ans et plus, les taux spécifiques sont presque aussi élevés que ceux observés chez les enfants de 0 à 4 ans.

Figure 2 Taux spécifiques d'hospitalisations pour maladies entériques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999



Le tableau 11 présente les taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques selon les regroupements des diagnostics, le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge. On constate que les taux d'hospitalisations chez les enfants de 0 à 4 ans sont nettement supérieurs aux taux établis pour les 65 ans et plus et pour l'ensemble de la population. Les taux établis pour les municipalités témoins non agricoles sont présentés en annexe (tableau A-2).

Tableau 11 Nombre de cas et taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques selon le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des diagnostics	Type de municipalités à l'étude	0 à 4 ans		65 ans et plus		Ensemble de la population	
		Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	Exposées	54	31,06	32	10,41 [†]	230	8,63
	Témoins agricoles -extérieur	42	19,71	21	6,87 [†]	185	6,02
A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	Exposées	3	1,73 [‡]	-	0	35	1,34 [†]
	Témoins agricoles -extérieur	6	2,82 [‡]	2	0,33 [‡]	47	1,53
A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	Exposées	1 642	944,59	1 061	340,49	4 808	179,22
	Témoins agricoles -extérieur	1 196	560,97	1 164	384,69	4 831	162,37
B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	Exposées	35	20,14 [†]	68	21,77	266	9,96
	Témoins agricoles -extérieur	39	18,30 [†]	88	29,14	317	10,89

† Le coefficient de variation du taux est situé entre 16,6 % et 33,3 %. La valeur doit être interprétée avec prudence.

‡ Le coefficient de variation du taux est supérieur à 33,3 %. La valeur n'est présentée qu'à titre indicatif.

Les résultats des comparaisons des taux d'hospitalisations entre les municipalités en surplus de fumier (exposées) et les municipalités témoins sont présentés aux tableaux 12 et A-3. On constate d'abord que très peu de rapports de taux standardisés (RTS) répondent aux critères du seuil de signification statistique de 1 % et de la stabilité des taux. Ainsi, parmi les maladies du regroupement des diagnostics A1, la seule comparaison significative observée est celle des municipalités en surplus de fumier par versus les municipalités témoins, pour l'ensemble de la population. Ainsi, le taux d'hospitalisations pour maladies entériques possiblement d'origine animale et pouvant être transmises par l'eau potable est légèrement plus élevé (RTS = 1,43) dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins agricoles.

Pour le regroupement A2 (infections possiblement transmissibles par l'eau, mais qui ne sont pas d'origine animale), aucune comparaison effectuée ne répond au seuil de signification statistique de 1 % (tableaux 12 et A-3). Il n'existe donc aucune différence statistiquement significative des taux d'hospitalisations pour ces maladies entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins. On note aussi que peu de RTS répondent à nos critères de stabilité statistique.

Tableau 12 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des diagnostics	Type de municipalités témoins	Rapports de taux standardisés (RTS) [†]		
		0 à 4 ans	65 ans et plus	Ensemble de la population
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	Témoins agricoles–extérieur	1,576	1,517	1,432*
A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	Témoins agricoles–extérieur			0,878
A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	Témoins agricoles–extérieur	1,684*	0,885*	1,104*
B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	Témoins agricoles–extérieur	1,101	0,747	0,915

† Les RTS basés sur de taux instables (c'est-à-dire coefficient de variation à > 33 %) ne sont pas présentés.

* Valeur p du RTS ≤ 0,01

En ce qui concerne les maladies possiblement transmissibles par l'eau potable et d'étiologie inconnue (regroupement A3), la majorité des comparaisons effectuées sont significatives sur le plan statistique au seuil de 1 %. On observe un taux d'hospitalisations à peine plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement au groupe de municipalités témoins (RTS = 1,10). De plus, on observe un taux d'hospitalisations légèrement plus élevé dans les municipalités exposées (en surplus de fumier) comparativement aux témoins non agricoles extérieurs (RTS = 1,40) (tableau A-3). Chez les enfants de 0 à 4 ans, le taux d'hospitalisations pour maladies entériques est modérément plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins agricoles (RTS = 1,68) et dans les municipalités témoins du secteur non agricole (RTS = 1,66) localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude (tableau A-3). Chez les 65 ans et plus, les comparaisons de taux indiquent un taux d'hospitalisations à peine plus faible dans les municipalités en surplus de fumier par rapport aux municipalités témoins (RTS = 0,89), ainsi qu'un taux à peine plus faible dans les municipalités témoins non agricoles localisées à l'intérieur des sept bassins versants à l'étude (RTS = 0,84) (tableau A-3). Cependant, toujours pour le groupe d'âge des 65 ans et plus, le taux d'hospitalisations est légèrement (RTS = 1,27) supérieur dans les municipalités en surplus de fumier, comparativement aux municipalités non agricoles localisées à l'extérieur des bassins versants à l'étude (tableau A-3).

Finalement, en ce qui concerne les symptômes associés à une maladie entérique lors de l'hospitalisation (regroupement B), très peu de comparaisons répondent à nos critères de signification statistique (1 %) des taux (tableaux 12 et A-3). En fait, la seule comparaison statistiquement significative est observée pour les municipalités témoins non agricoles localisées à l'intérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude, chez les 65 ans et plus. Ainsi, on observe que le taux d'hospitalisations est modérément plus faible (RTS = 0,64) dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins non agricoles localisées à l'intérieur du territoire des sept bassins versants, chez les personnes de 65 ans et plus (tableau A-3).

4.2.2 Fréquence des hospitalisations pour maladies entériques, selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux et le bilan de phosphore

Tel qu'il a été mentionné précédemment, nous nous limiterons maintenant à présenter les résultats de l'analyse de la comparaison des municipalités en surplus de fumier (exposées) avec les municipalités témoins agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude. On trouvera cependant en annexe (tableaux A-4 et A-5) les résultats pour les deux autres types de municipalités témoins. De plus, en raison de la très faible fréquence des hospitalisations pour les regroupements des diagnostics A2 et B, seuls les résultats pour les regroupements A1 et A3 seront présentés. En effet, en appliquant les critères de stabilité statistique des taux standardisés des numérateurs et des dénominateurs des RTS, presque aucun résultat pour les regroupements A2 et B ne répondent simultanément aux critères du seuil de signification statistique de 1 % et de la stabilité des taux (coefficient de variation des deux taux $\leq 33,3$ %). Rappelons qu'afin de simplifier l'analyse des résultats les RTS basés sur des taux instables (c'est-à-dire coefficient de variation d'un des taux $> 33,3$ %) ne sont pas rapportés dans les tableaux.

Le tableau 13 présente les rapports de taux standardisés (RTS) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude, pour les hospitalisations pour des infections d'origine animale et possiblement transmissibles par l'eau de consommation (Regroupement A1), stratifiés pour les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux. Au regard des sources d'approvisionnement, on note que les taux d'hospitalisations pour maladies entériques sont fortement (RTS = 2,09) plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier approvisionnées en eau potable principalement par des puits privés, comparativement aux municipalités témoins également approvisionnées principalement par des puits privés (tableau 13). L'analyse ne révèle pas de différence significative des hospitalisations entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins selon le type de traitement de l'eau brute. Cependant, parmi les municipalités dont l'indice de vulnérabilité est inconnu, le taux d'hospitalisations est fortement plus élevé (RTS = 2,47) dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants. Il est important de noter que les hospitalisations pour ces maladies entériques sont peu fréquentes et que les petits effectifs d'hospitalisations nous amènent à rejeter un grand nombre de comparaisons des taux standardisés en raison de l'instabilité des taux (les RTS ne sont pas présentés dans les tableaux dans ce cas).

Tableau 13 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale (regroupement A1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude

Population à l'étude	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,556 [§]		1,124 [§]		
65 ans +	0,918 [§]				
Totale	1,233	1,847[§]	2,094^{§*}		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans		1,695	1,124 [§]		
65 ans +		1,100 [§]			
Totale	1,299[§]	1,307	2,094^{§*}		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans			1,525 [§]		
65 ans +			1,355 [§]		
Totale			1,326	1,335[§]	2,470^{§*}
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,997 [§]		1,539 [§]		
65 ans +			1,681 [§]		
Totale	1,221	1,716[§]	1,338		

* RTS significatif au seuil de 1 % ($p \leq 0,01$).

§ Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

‡ Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

‡ Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

Le tableau 14 présente les résultats des mêmes comparaisons, effectuées cette fois pour le regroupement des maladies entériques possiblement transmises par l'eau potable mais dont l'étiologie est inconnue (Regroupement A3). Premièrement, au regard des sources d'approvisionnement en eau potable, on remarque que chez les 0 à 4 ans, le taux d'hospitalisations dans les municipalités approvisionnées en eau potable par de l'eau de surface est modérément plus élevé (RTS = 1,93) dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins⁶. Dans les municipalités approvisionnées en eau souterraine, toujours chez les 0 à 4 ans, le taux est modérément supérieur (RTS = 1,56) dans les municipalités en surplus de fumier à celui des municipalités témoins. De même, lorsque la majorité de la population ne dispose pas d'un réseau d'aqueduc municipal (c'est-à-dire utilisant principalement un puits domestique), le taux chez les 0 à 4 ans est modérément supérieur (RTS = 1,24) dans les municipalités en surplus de fumier. Chez les personnes de 65 ans et plus et en ce qui concerne la source d'approvisionnement en eau potable, aucune comparaison ne répond à notre critère de signification statistique. Par ailleurs, pour l'ensemble de la population, on doit signaler des taux très légèrement supérieurs dans les municipalités en surplus de fumier lorsque les réseaux d'aqueduc s'approvisionnent en eau de surface (RTS = 1,14) et en eau souterraine (RTS = 1,19), comparativement aux taux des municipalités témoins.

6. Municipalités témoins agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude.

L'analyse de la comparaison des taux entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins a aussi été effectuée selon le type de traitement de l'eau (tableau 14). Ces analyses révèlent des différences de taux d'hospitalisations pour maladies entériques plus importantes dans les municipalités qui n'utilisent pas le chlore comme désinfectant que dans celles qui utilisent le chlore, ainsi que dans les municipalités dont la majorité de la population ne dispose pas d'un réseau d'aqueduc. Notons cependant que ce gradient des RTS n'est pas observé chez les personnes âgées de 65 ans et plus. Ainsi, chez les enfants de 0 à 4 ans, l'analyse indique pour les municipalités qui n'utilisent pas le chlore un taux fortement plus élevé (RTS = 2,12) dans les municipalités en surplus de fumier. De même, chez l'ensemble de la population des municipalités qui n'utilisent pas le chlore comme désinfectant, le taux est légèrement plus élevé (RTS = 1,29) dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins.

Les comparaisons entre les municipalités en surplus de fumier et non exposées effectuées selon les strates de l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux révèlent (tableau 14), chez les 0 à 4 ans, un taux d'hospitalisations modérément supérieur (RTS = 1,44) pour les municipalités exposées de la strate « très vulnérable », un taux fortement plus élevé (RTS = 2,35) pour la strate « peu vulnérable » et des taux modérément plus élevés (RTS = 1,59) pour les strates « non vulnérable » et « inconnue » (RTS = 1,33). Chez les personnes âgées de 65 ans et plus, très peu de RTS présentent des valeurs significatives sur le plan statistique. On note cependant un RTS de 1,92, soit modérément élevé, entre le taux d'hospitalisations des municipalités en surplus de fumier et celui des municipalités témoins parmi les municipalités ayant un indice de vulnérabilité de leur réseau d'aqueduc « vulnérable ». Chez l'ensemble de la population, les comparaisons indiquent des taux d'hospitalisations légèrement supérieurs dans les municipalités en surplus de fumier pour les strates d'indice de vulnérabilité du réseau d'aqueduc municipal « vulnérable » (RTS = 1,36) et « peu vulnérable » (RTS = 1,32).

Finalement, l'analyse des comparaisons de taux selon l'importance du bilan de phosphore indique (tableau 14), chez les enfants de 0 à 4 ans, que les municipalités en surplus de fumier dont le bilan de phosphore est modérément excédentaire (10 à 19 kg/ha) ont un taux d'hospitalisations beaucoup plus élevé (RTS = 3,16) que les municipalités témoins dont le bilan de phosphore est modérément déficitaire (-10 à -19 kg/ha). Toujours chez les enfants, quand le bilan de phosphore est fortement excédentaire (20 kg/ha et plus), le taux d'hospitalisations pour maladies entériques dans les municipalités en surplus de fumier est légèrement supérieur (RTS = 1,39) à celui des municipalités témoins dont le bilan de phosphore est de -20 kg/ha et moins. Chez les personnes âgées de 65 ans et plus, les comparaisons révèlent un taux légèrement inférieur dans les municipalités en surplus de fumier qui présentent un bilan de phosphore fortement excédentaire (20 kg/ha et plus). Finalement, pour l'ensemble de la population, on constate que les municipalités en surplus de fumier dont le bilan de phosphore est modérément excédentaire (10 à 19 kg/ha) présentent un taux légèrement supérieur (RTS = 1,15) comparativement aux municipalités témoins qui présentent un niveau de déficit en phosphore équivalent.

Tableau 14 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue (regroupement A3) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude

Population à l'étude	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,929*	1,557*	1,236*		
65 ans +	0,896	0,777	0,839		
Totale	1,143*	1,189*	0,986		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	2,118*	1,856 [§]	1,236*		
65 ans +	0,828	0,901	0,839		
Totale	1,294*	1,142 [§]	0,986		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans	1,438*	1,132	2,349*	1,588*	1,329*
65 ans +	0,630 [§]	1,923*	0,979	0,789	0,895
Totale	0,901	1,364*	1,321*	1,246	1,039
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[†]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	1,074	3,163*	1,385*		
65 ans +	0,877	0,875	0,722*		
Totale	0,946	1,152*	0,944		

* RTS significatif au seuil de 1 % ($p \leq 0,01$).

[§] Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

[†] Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

[‡] Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

4.3 INCIDENCE DES INFECTIONS PAR MALADIES ENTÉRIQUES À DÉCLARATION OBLIGATOIRE (MADO) DE SOURCES HYDRIQUES

4.3.1 Fréquence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques

On trouve au tableau 15 le nombre d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le type de municipalités à l'étude. De l'ensemble des infections déclarées, nous avons dû éliminer 19 cas parce que le groupe d'âge des individus était inconnu. On note d'abord que les infections par maladies entériques possiblement d'origine animale représentent 93 % de l'ensemble des infections déclarées pendant cette période dans les municipalités à l'étude. Cette proportion ne varie pas de manière importante dans les municipalités en surplus de fumier ainsi que dans les trois types de municipalités témoins.

Tableau 15 Nombre de nouveaux cas d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques déclarés selon le type d'infections et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999

Regroupement des infections	Type de municipalités à l'étude	Nombre de cas	%
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	Exposées	2 346	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	2 466	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	900	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	1 591	
		7 303	93
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Exposées	144	
	Témoins agricoles à l'extérieur des 7 bassins	227	
	Témoins non agricoles à l'extérieur des 7 bassins	58	
	Témoins non agricoles à l'intérieur des 7 bassins	146	
		575	7
	7 878	100	

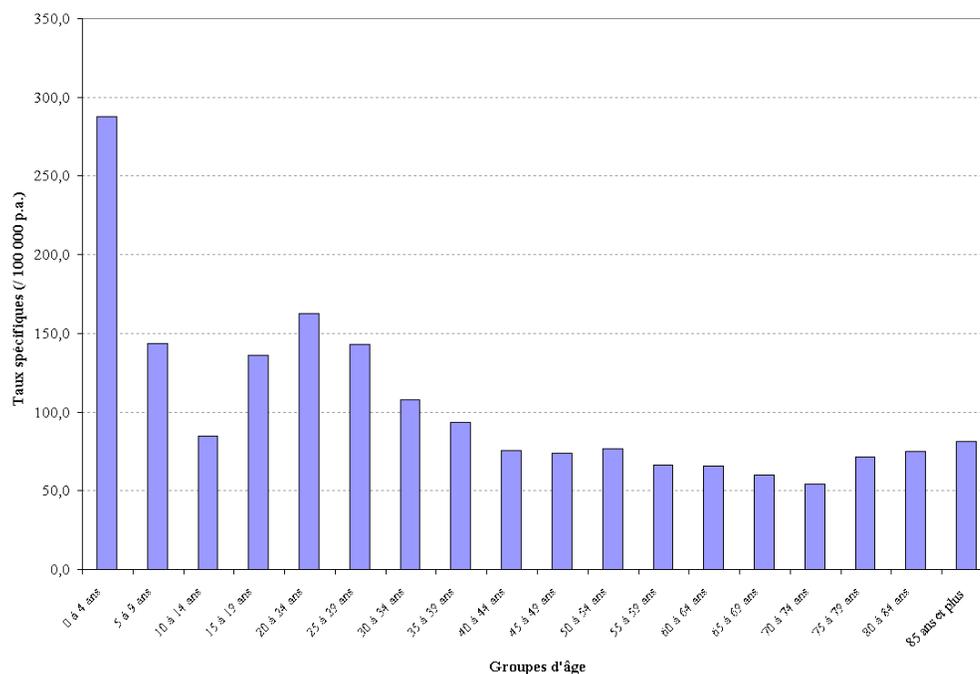
Le tableau 16 présente le nombre de nouveaux cas d'infections déclarés selon le regroupement de diagnostic et le type de municipalités. On constate que trois infections sont particulièrement fréquentes : *Campylobacter* (50,6 %), Salmonellose (19,3 %) et Giardiase (12,9 %). Par ailleurs, les infections les plus fréquentes parmi celles qui ne sont probablement pas d'origine animale sont : Hépatite virale A (3,5 %) et Shigellose (2,7 %).

Tableau 16 Nombre de nouveaux cas d'infections déclarés selon le diagnostic et le type de municipalités à l'étude, 1995-1999

Regroupements	Diagnostics	Nombre de nouveaux cas déclarés de 1995 à 1999				Total	%
		Exposées	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins	Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins		
M1: Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	<i>Campylobacter</i>	1 258	1 373	499	858	3 988	50,6
	Entérite à <i>Escherichia coli</i> (O157)	156	205	64	105	530	6,7
	Gastro-entérite à <i>Yersinia Enterocolitica</i>	78	76	48	48	250	3,2
	Giardiase	375	293	111	237	1 016	12,9
	Salmonellose	479	519	178	343	1 519	19,3
M2: Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Fièvres typhoïde et paratyphoïde	1	3	1		5	0,1
	Hépatite virale A	67	111	29	67	274	3,5
	Méningites à entérovirus (Coxsackie, ECHO et sans précision)	19	39	9	16	83	1,1
	Shigellose	57	74	19	63	213	2,7
	Total		2 490	2 693	958	1 737	7 878

La répartition selon l'âge des cas d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques est présentée au tableau A-6. Notons que ces infections affectent principalement les enfants (17 % des infections) âgées de 0 à 4 ans. L'analyse des taux spécifiques par groupes d'âge (figure 3) indique que les taux sont plus élevés chez les 0 à 4 ans, qu'ils sont modérément élevés et stables pour les groupes d'âge de 5 à 9 ans jusqu'à 35-39 ans, et plus faibles et stables à partir de 40 ans.

Figure 3 Taux spécifiques d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999



On trouve aux tableaux 17 et A-7 les taux standardisés pour l'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge. Les RTS pour ces mêmes maladies sont présentés aux tableaux 18 et A-8. Pour le regroupement des infections possiblement d'origine animale (regroupement M1), la seule différence significative sur le plan statistique est observée chez les 0 à 4 ans entre les municipalités en surplus de fumier (RTS = 1,31) et les municipalités témoins non agricoles à l'intérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude (tableau A-8).

Tableau 17 Nombre de cas et taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupement des infections	Type de municipalités à l'étude	0 à 4 ans		65 ans et plus		Ensemble de la population	
		Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	Exposées	422	242,75	172	55,70	2 345	88,32
	Témoins agricoles - extérieur	441	206,79	157	51,19	2 466	80,32
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Exposées	15	8,63 [†]	6	1,93 [†]	144	5,42
	Témoins agricoles - extérieur	25	11,74 [†]	11	3,57 [†]	227	7,41

[†] Le coefficient de variation du taux est situé entre 16,6 % et 33,3 %. La valeur doit être interprétée avec prudence.

[‡] Le coefficient de variation du taux est supérieur à 33,3 %. La valeur n'est présentée qu'à titre indicatif.

Les comparaisons des taux d'incidence des infections par maladies entériques qui ne sont probablement pas d'origine animale (regroupement M2) révèlent un portrait différent (tableau 18). On constate en effet, pour l'ensemble de la population, un taux légèrement plus faible (RTS = 0,73) dans les municipalités en surplus de fumier (exposées) que dans les municipalités témoins agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude, ainsi que dans les municipalités non agricoles situées à l'intérieur du territoire des sept bassins versants (RTS = 0,70) (tableau A-8).

Tableau 18 Nombre de cas et taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, le type de municipalités à l'étude et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des maladies	Type de municipalités témoins	Rapports de taux standardisés (RTS) †		
		0 à 4 ans	65 ans et plus	Ensemble de la population
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	Témoins agricoles - extérieur	1,174	1,088	1,100
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Témoins agricoles - extérieur	0,735		0,731*

† Les RTS basés sur des taux instables (c'est-à-dire dont le coefficient de variation à > 33 %) ne sont pas présentés.

* Valeur p du RTS ≤ 0,01

4.3.2 Incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources possiblement hydriques, selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux et le bilan de phosphore

Tel qu'il a été mentionné précédemment, nous nous limiterons à la comparaison avec les municipalités témoins agricoles localisées à l'extérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude. On trouve en annexe (tableaux A-9 et A-10) les résultats pour les deux autres types de municipalités témoins.

Le tableau 19 présente les RTS pour l'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire transmissibles par l'eau et possiblement d'origine animale (regroupement M1). On constate dans ce tableau qu'au regard de la source d'approvisionnement des réseaux d'aqueduc municipaux il n'existe que très peu de différence significative de l'incidence de ces infections entre les municipalités en surplus de fumier (exposées) et les municipalités témoins. La seule comparaison significative sur le plan statistique indique que, lorsque la population n'est majoritairement pas desservie par un réseau d'aqueduc municipal (c'est-à-dire desservie principalement par des puits privés), le taux d'incidence dans les municipalités en surplus de fumier est légèrement supérieur (RTS = 1,24) à celui des municipalités témoins.

Les résultats selon le type de traitement de l'eau dans les réseaux d'aqueduc municipaux révèlent un taux d'incidence légèrement supérieur (RTS = 1,27) dans les municipalités en surplus de fumier chez les enfants (0 à 4 ans) lorsque les municipalités utilisent le chlore comme désinfectant (tableau 19). De même, chez l'ensemble de la population des municipalités qui utilisent le chlore comme désinfectant, le taux est à peine plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier (RTS = 1,09) que dans les municipalités témoins.

L'analyse des résultats des comparaisons selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux indique que, chez les enfants (0 à 4 ans), parmi les municipalités dont l'indice est « peu vulnérable » le taux d'incidence des infections à déclaration obligatoire de sources possiblement

hydriques est légèrement supérieur (RTS = 1,36) dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins (tableau 19). Pour l'ensemble de la population, lorsque l'indice de vulnérabilité est « vulnérable », les municipalités en surplus de fumier présentent un taux standardisé d'incidence des infections par maladies entériques possiblement d'origine animale modérément plus faible (RTS = 0,57) que les municipalités témoins. De plus, toujours pour l'ensemble de la population, lorsque l'indice de vulnérabilité est « peu vulnérable » ou « inconnu », les taux d'incidence sont légèrement supérieurs dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins.

Finalement, les comparaisons ont été effectuées en considérant l'importance du bilan de phosphore (tableau 19). Il est intéressant de noter que, même si les RTS ne sont pas tous significatifs sur le plan statistique, chez les trois groupes d'âge utilisés, les RTS observés pour l'incidence des infections par maladies entériques possiblement d'origine animale augmentent selon l'importance du bilan de phosphore, mais cette relation n'est pas toujours linéaire. Ainsi, chez les enfants âgés de 0 à 4 ans, le taux d'incidence des infections est légèrement inférieur (RTS = 0,72) dans les municipalités en surplus de fumier dont le bilan de phosphore est légèrement excédentaire (1 à 9 kg/ha), alors que le taux d'incidence est légèrement plus élevé (RTS=1,13) lorsque le bilan de phosphore varie de 10 à 19, et modérément plus élevé (RTS = 1,50) dans les municipalités en surplus de fumier avec un bilan fortement excédentaire (20 kg/ha et plus) comparativement aux municipalités témoins avec les mêmes niveaux de déficit en phosphore, alors que, chez l'ensemble de la population à l'étude, les RTS sont respectivement de 0,73, 1,46 et 1,19 selon les trois catégories d'excédent de phosphore.

Tableau 19 Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles et le groupe d'âge, 1995-1999

Population à l'étude	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,249	0,976	1,075		
65 ans +	0,991	0,701 [§]	1,943 [§]		
Totale	1,074	1,050	1,243*		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	0,964	1,269*	1,075		
65 ans +		0,965	1,943 [§]		
Totale	0,828	1,093*	1,243*		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans			1,355*	0,916	1,299
65 ans +			1,126	0,750 [§]	2,825 ^{§*}
Totale	0,717	0,573*	1,195*	1,013	1,389*
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,715*	1,127	1,500*		
65 ans +	0,803	1,357 [§]	1,205		
Totale	0,731*	1,462*	1,187*		

* RTS significatif au seuil de 1 % (p ≤ 0,01).

§ Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

‡ Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

‡ Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

Les RTS d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire transmissibles par l'eau qui ne sont probablement pas d'origine animale (regroupement M2) sont le reflet des petits effectifs des nouvelles infections déclarées (tableau 20). On constate en effet qu'aucune comparaison ne répond aux critères de stabilité des taux et de signification statistique chez les enfants (0 à 4 ans) ainsi que chez les personnes de 65 ans et plus. On constate aussi une instabilité relative de la majorité des taux établis pour effectuer les comparaisons. Des associations négatives sont observées, particulièrement pour ce qui est des populations desservies par des puits privés et en zone de bilan de phosphore fortement augmenté.

Tableau 20 Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale (regroupement M1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude

Population à l'étude	Témoins agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	0,797	1,304 [§]	0,466 ^{§*}		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans		0,659 [§]			
65 ans +					
Totale		0,884	0,466 ^{§*}		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale			0,787	1,236 [§]	0,497 ^{§*}
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	0,785	0,914 [§]	0,601*		

* RTS significatif au seuil de 1 % ($p \leq 0,01$).

§ Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

‡ Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

‡ Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

5 DISCUSSION

5.1 PRINCIPAUX RÉSULTATS

Compte tenu des différences entre les groupes de population étudiés, l'analyse a principalement porté sur les deux groupes de population les plus comparables, soit les municipalités agricoles en surplus de fumier situées à l'intérieur des sept bassins versants à l'étude et les municipalités agricoles non en surplus de fumier (municipalités témoins) situées dans d'autres régions du Québec (hors des sept bassins versants à l'étude). Les comparaisons avec les autres territoires témoins ont toutefois été effectuées et les résultats sont disponibles en annexe (tableaux A-2, A-3, A-4, A-5, A-7, A-8, A-9 et A-10). Les différences majeures pour les autres territoires témoins seront mentionnées ci-dessous. Par ailleurs, compte tenu de la faible fréquence de certains sous-groupes de maladies, les comparaisons pour les hospitalisations ont pu être effectuées avec une puissance statistique suffisante pour les sous-groupes de maladies suivants :

- infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale (infections produites par l'un des microorganismes du regroupement A1 du tableau 2);
- maladies possiblement transmissibles par l'eau mais dont l'étiologie est inconnue (maladies ou infections donnant l'un des symptômes décrits dans le regroupement A3 du tableau 2).

5.1.1 Hospitalisations

Les principaux résultats obtenus concernant les hospitalisations indiquent que les taux d'hospitalisations pour les maladies possiblement transmissibles par l'eau et potentiellement d'origine animale (regroupement A1) sont significativement plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier (exposées) que dans les municipalités témoins (RTS = 1,43; $p \leq 0,01$) pour l'ensemble de la population à l'étude. Les taux d'hospitalisations pour ces maladies sont plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins, principalement chez les populations qui ne sont pas reliées à des aqueducs municipaux, c'est-à-dire utilisant principalement des puits domestiques (RTS = 2,09; $p \leq 0,01$). Des résultats concordants sont observés en comparant les municipalités en surplus de fumier aux municipalités témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins versants à l'étude (tableaux A-2, A-3 et A-4). Par contre, les résultats obtenus pour les municipalités témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude ne sont pas significatifs (tableaux A-2, A-3 et A-4).

L'étude des hospitalisations pour les maladies possiblement transmissibles par l'eau mais dont l'étiologie est inconnue (regroupement A3) révèle, elle aussi, un taux d'hospitalisations statistiquement plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins; cette différence est toutefois très faible pour l'ensemble de la population (RTS = 1,10; $p \leq 0,01$). Par contre, cette différence, quoique modérée, est plus importante (RTS = 1,68; $p \leq 0,01$) dans le sous-groupe des enfants âgés de moins de 5 ans, tandis qu'on observe un léger effet protecteur chez les personnes âgées de 65 ans et plus. À l'égard des autres paramètres étudiés, la différence chez les enfants de 0 à 4 ans est principalement observée dans les municipalités utilisant de l'eau de surface (RTS = 1,93; $p \leq 0,01$) ou non chlorée (RTS = 2,12; $p \leq 0,01$). L'étude de l'effet de la vulnérabilité des réseaux d'aqueduc indique, chez les enfants, que la différence entre les deux groupes de municipalités est notable, quelle que soit la vulnérabilité. Finalement, dans les municipalités ayant un bilan de phosphore supérieur à 9 kg/ha, on observe un taux d'hospitalisations, chez les enfants de 0 à 4 ans, plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins (bilan de phosphore inférieur à 9 kg/ha). Soulignons également un effet protecteur dans les municipalités en surplus de fumier dont le bilan en phosphore est important (20 kg/ha et plus), chez les personnes âgées de 65 ans et plus. L'analyse des résultats des comparaisons effectuées pour les deux autres types de municipalités témoins conduit à des conclusions similaires, même si dans le détail certaines comparaisons diffèrent légèrement (tableaux A-2, A-3 et A-5 en annexe).

5.1.2 Maladies à déclaration obligatoire

En ce qui concerne l'incidence des maladies à déclaration obligatoire (MADO), 93 % des 7 878 déclarations d'infections transmissibles par l'eau sont potentiellement d'origine animale et 17 % de ces déclarations sont observées chez des enfants âgés de 0 à 4 ans.

D'une manière générale, les taux des infections transmissibles par l'eau et possiblement d'origine animale sont légèrement plus élevés dans les municipalités agricoles en surplus de fumier (tableaux 18 et A-8). Cependant, très peu de comparaisons sont statistiquement significatives dans la comparaison de la fréquence de ces maladies selon les caractéristiques des réseaux de distribution d'eau potable et l'importance du bilan en phosphore. Pour les infections possiblement d'origine animale, on observe dans les municipalités où la majorité de la population s'approvisionne en eau potable à partir de puits privés, ainsi que chez les enfants âgés de moins de 5 ans résidant dans des municipalités approvisionnées par un réseau chloré, des taux d'incidence significativement plus élevés dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins. On note aussi un risque plus élevé d'infections possiblement d'origine animale dans les municipalités en surplus de fumier ayant un bilan de phosphore supérieur à 10 kg/ha par rapport aux municipalités témoins ayant un déficit de -10 kg/ha. On constate également des taux d'incidence de ces infections possiblement d'origine animale significativement plus faibles dans les municipalités en surplus de fumier, pour les municipalités dont le réseau est vulnérable ainsi que dans celles où le bilan en phosphore est supérieur à 20 kg/ha.

En ce qui concerne les infections transmissibles par l'eau potable, mais qui ne sont pas d'origine animale, notons premièrement que, pour l'ensemble de la population, le taux d'incidence est significativement plus faible dans les municipalités en surplus de fumier que dans les municipalités témoins (tableau 18). Des effets significatifs de type protecteur sont également observés pour les infections qui ne sont pas d'origine animale, plus spécifiquement chez les populations qui s'approvisionnent principalement par des puits privés, chez des populations desservies par des réseaux dont l'indice de vulnérabilité est inconnu ainsi que dans les municipalités dont le bilan de phosphore est supérieur à 20 kg/ha (tableau 20). Les mêmes observations sont effectuées à l'analyse des comparaisons effectuées, pour la population totale, avec les municipalités témoins non agricoles situées à l'intérieur ou à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude (tableaux A-7, A-8 et A-10).

5.2 FORCES ET LIMITES DE L'ÉTUDE

5.2.1 Forces de l'étude

Cette étude comporte certaines forces qu'il faut souligner. Premièrement, la taille des populations étudiées est importante, plus de un million de personnes pour les principales comparaisons, soit près de 15 % de la population du Québec. Par ailleurs, conscients de la possibilité d'un biais inhérent à la comparaison des municipalités agricoles à des municipalités non agricoles, nous avons concentré nos analyses sur la comparaison des municipalités agricoles entre elles. De plus, afin de s'assurer que les municipalités non en surplus de fumier n'étaient pas contaminées par des municipalités en surplus (par exemple à cause de la proximité avec ces municipalités), nous avons étudié des municipalités situées à l'extérieur des bassins versants en surplus de fumier. Nous avons ainsi comparé, pour nos analyses principales, des municipalités agricoles situées à l'intérieur des bassins à l'étude à d'autres municipalités agricoles mais situées à l'extérieur de ces bassins.

Cette étude est basée sur des données provenant de diagnostics médicaux établis à la suite d'une hospitalisation, d'une déclaration d'un médecin ou d'un laboratoire. Nous avons donc certainement étudié les cas les plus graves, c'est-à-dire les plus susceptibles d'affecter la santé des populations. Nous avons essayé d'étudier spécifiquement les maladies possiblement d'origine hydrique en présentant séparément les maladies possiblement d'origine animale et celles d'étiologie inconnue ou probablement pas d'origine

animale. Nous avons aussi pris en considération uniquement les nouveaux cas en éliminant les cas avec réhospitalisation. De plus, la présente étude a porté sur la compilation de l'ensemble des données disponibles sur une période de 5 ans, soit de 1995 à 1999, et elle donne ainsi le portrait de la situation sur une longue période de temps. Nos résultats sont donc représentatifs de la situation existant pendant les dernières années sur ces territoires.

Ajoutons qu'ayant utilisé la standardisation directe l'analyse a permis de contrôler l'effet potentiellement confondant de l'âge et du sexe dans les comparaisons entre les groupes de municipalités. Finalement, afin d'étudier les réseaux particulièrement à risque, nous avons effectué une stratification pour la vulnérabilité potentielle des réseaux d'aqueduc. Nous avons aussi essayé de déterminer l'effet possible selon l'importance du surplus de phosphore.

5.2.2 Limites de l'étude

Les résultats doivent être interprétés avec réserve pour plusieurs raisons liées à la méthodologie utilisée ainsi qu'à la nature des données ayant fait l'objet de l'analyse. Aucune de ces sources de données ne permet d'évaluer avec précision la prévalence et l'incidence de la maladie.

En ce qui concerne les sources de données sanitaires, le registre Med-Écho a été élaboré principalement pour combler les besoins administratifs des établissements et non pour des motifs de surveillance des maladies. Pour cette raison, nous constatons que très peu d'hospitalisations pour maladies entériques donnent lieu à une caractérisation des microorganismes pathogènes. Il est également possible que cette situation soit le reflet des pratiques de codification des diagnostics dans les différents établissements. De plus, les pratiques de codification peuvent varier d'un établissement à l'autre, ce qui complique l'utilisation des diagnostics secondaires. En effet, certains établissements incluent l'anamnèse du patient en plus des traitements secondaires effectués pendant l'hospitalisation. Par ailleurs, le registre ne concerne que les hospitalisations de plus d'une journée et exclut donc les soins d'un jour, de plus en plus fréquents. Les cas hospitalisés recensés ne représentent certainement qu'une fraction de l'ensemble des cas. Cette constatation nous permet de formuler l'hypothèse que l'utilisation du registre Med-Écho sous-estime de façon importante l'incidence réelle; par contre, elle nous renseigne sur l'incidence des cas graves.

La seconde source de données sanitaires utilisée est le registre des maladies à déclaration obligatoire (MADO). Cette seconde source sous-estime l'incidence réelle de la maladie, pour plusieurs raisons. D'une part, même s'il s'agit d'une obligation légale, le suivi de cette obligation peut varier d'une région à l'autre. D'autre part, les médecins traitants et les laboratoires ne déclarent pas nécessairement tous les cas et ces derniers ne sont pas nécessairement saisis dans le registre provincial, les responsables se limitant parfois à la saisie des cas index (premiers cas) seulement.

Toujours sur le plan des données sanitaires, les petits effectifs d'hospitalisations (Med-Écho) et de cas déclarés dans le registre MADO lorsque les données sont stratifiées, par exemple sur les caractéristiques des réseaux, limitent l'interprétation des résultats. En effet, plus il y a de strates, plus le nombre de cas est petit dans chacune d'elles, ce qui entraîne l'instabilité des taux et donc une difficulté à établir des différences significatives sur le plan statistique. Dans plusieurs comparaisons effectuées pour les maladies moins fréquentes, les taux devenaient rapidement instables, ce qui constitue une limite générale des comparaisons effectuées selon les caractéristiques des réseaux d'aqueduc municipaux, par exemple.

Parmi les autres sources de données et les limites qui leur sont associées, mentionnons que l'uniformisation des découpages géographiques dans les données provenant du MENV nous a obligés à estimer certaines informations sur la base des nouveaux découpages géographiques. Les estimations du bilan de phosphore et l'établissement des caractéristiques des réseaux d'aqueduc ont pu entraîner des erreurs quant à la classification des municipalités. Il est cependant impossible d'estimer dans quel sens ces modifications ont affecté les RTS, et donc les comparaisons effectuées.

Mentionnons également que l'utilisation de l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc présente des problèmes spécifiques. En effet, on remarque qu'à l'exception des municipalités non agricoles situées à l'extérieur des sept bassins versants à l'étude les populations desservies par des réseaux « Très vulnérables » sont peu importantes (tableau 8). En effet, la majorité des réseaux sont qualifiés de « Peu vulnérables », avec de très petits effectifs de population dans les autres types de vulnérabilités. Cette répartition de la population entraîne une instabilité statistique des taux liés aux petits effectifs, limitant les comparaisons de la fréquence des maladies.

La signification du bilan de phosphore et la pertinence de cet indicateur dans le cadre d'une étude sur la fréquence des infections/maladies gastro-intestinales peuvent être discutées. D'une part, cet indicateur est à la base même de l'ensemble des travaux entrepris conjointement par le MENV et le MSSS. Il est cependant difficile d'évaluer dans quelle mesure le bilan de phosphore est un indicateur adéquat de la pression environnementale découlant des déjections animales. Plus particulièrement, le bilan de phosphore constitue-t-il un indicateur de la pression microbienne sur les sources d'eau d'un territoire? Il serait notamment pertinent de savoir dans quelle mesure le bilan de phosphore est un indicateur de la contamination de l'eau brute, des sols ou de la nappe phréatique. Les résultats obtenus laissent croire que la prise en considération du bilan de manière dichotomique, positif ou négatif, est adéquate mais qu'il peut difficilement être considéré comme une valeur continue. À titre exploratoire uniquement, nous avons tenté d'établir les corrélations entre le bilan de phosphore et les données du recensement agricole par territoire municipal, pour les municipalités localisées à l'intérieur du territoire des sept bassins versants à l'étude. Les résultats de ces analyses exploratoires révèlent de fortes corrélations entre le bilan de phosphore et le ratio du nombre d'unités animales totales sur la superficie cultivée (r de Spearman = 0,70; $p < 0,001$). On observe également une corrélation avec le ratio du nombre d'unités animales de porc et la superficie cultivée (r de Spearman = 0,62; $p < 0,001$). Ainsi, ces résultats nous indiquent que le bilan de phosphore semble assez bien lié à la pression exercée par les activités de production animale d'un territoire.

Finalement, il ne faut pas oublier que cette étude est de type écologique. Les expositions étudiées (surplus en phosphore, caractéristiques des réseaux d'aqueduc, etc.) sont considérées sur une base territoriale uniquement. Il est impossible de déterminer si les personnes atteintes de maladies ont bien consommé de l'eau d'un réseau de distribution municipal, d'un puits privé ou de l'eau embouteillée. Nous ne pouvons pas non plus prendre en considération les nombreux autres facteurs susceptibles d'augmenter le risque de ces maladies, en particulier la consommation d'aliments contaminés ou le contact avec des animaux malades.

5.3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS OBTENUS

Les résultats observés tendent à montrer qu'il existe un taux plus élevé de maladies entériques (déclarées ou ayant nécessité une hospitalisation) possiblement transmissibles par l'eau dans les municipalités des sept bassins considérés comme en surplus de fumier. Cette situation est observée principalement avec les infections pouvant être d'origine animale et concerne l'ensemble des populations des municipalités agricoles en surplus de fumier. Ce risque plus élevé pour les municipalités en surplus de fumier est particulièrement notable dans les populations utilisant principalement un puits privé. Bien qu'il n'y ait pas de gradient selon l'intensité du surplus de phosphore, on note un risque plus élevé de maladies à déclaration obligatoire dans les municipalités ayant un bilan de phosphore d'au moins 10 kg/ha.

On note aussi dans les municipalités en surplus de fumier un risque plus élevé d'hospitalisation pour les maladies entériques d'étiologie inconnue, mais possiblement transmissibles par l'eau. Ce risque plus élevé dans les municipalités en surplus de phosphore est surtout présent chez les enfants âgés de 0 à 4 ans résidant dans des municipalités utilisant de l'eau de surface ou de l'eau non chlorée. L'effet observé est présent surtout lorsque le bilan de phosphore est d'au moins 10 kg/ha.

Même si ces résultats nous laissent entrevoir la possibilité d'un effet attribuable aux activités de production animale, il est important de considérer les limites de cette étude et leur impact possible sur ces résultats. Plusieurs problèmes mentionnés, comme les erreurs de codification et les méthodes de déclaration, sont probablement répartis également selon les territoires étudiés. Ainsi, l'effet de ces erreurs serait de sous-estimer la force de l'association avec l'exposition aux productions animales (réduction du RTS). Par contre, il est possible que l'accès aux services de santé varie selon le territoire étudié. Le risque observé plus élevé dans les municipalités en surplus de fumier pourrait être une conséquence d'un accès différent aux services de santé entre les deux territoires étudiés. En effet, dans le cas où l'accès aux soins serait supérieur dans les municipalités en surplus de fumier, l'effet d'un tel biais différentiel serait d'augmenter la force d'association liée à l'exposition aux productions animales et donc d'augmenter le risque de manière artificielle. Nous ne disposons cependant pas de données nous permettant d'appuyer cette information. L'accessibilité en cas d'affection sévère est assez bien répartie sur le territoire québécois. Il est cependant possible que certains cas soient plus facilement hospitalisés dans un territoire que dans l'autre. Une analyse de l'ensemble des causes d'hospitalisations dans ces territoires pourrait nous aider à clarifier ce point. Cette analyse n'a pu être effectuée dans le cadre de la présente étude.

Par ailleurs, même si nous avons observé un taux plus élevé d'infections possiblement d'origine animale dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins, rien ne nous permet d'affirmer que l'eau est responsable de l'excès de risque observé. En effet, il faut considérer que les seules variables de contrôle prises en considération dans l'analyse sont l'âge et le sexe. Il est possible que d'autres facteurs de risque des maladies entériques se répartissent différemment entre les deux groupes de municipalités, par exemple le contact direct plus fréquent avec des animaux infectés. De plus, il est important de noter que dans certains sous-groupes on observe à l'inverse un effet paradoxalement protecteur dans les municipalités en surplus de fumier. C'est le cas, entre autres, des personnes de plus de 65 ans pour lesquelles le RTS observé pour les hospitalisations pour maladies entériques est fréquemment inférieur à 1. Cet effet protecteur peut cependant résulter d'une certaine immunité acquise chez les personnes âgées, exposées depuis de nombreuses années. Ce type d'effet a été rapporté récemment dans une étude sur l'incidence des gastro-entérites en milieu rural ontarien (Strauss *et al.*, 2001).

Le fait d'observer assez fréquemment un risque plus élevé d'hospitalisation pour des maladies entériques possiblement d'origine hydrique mais dont l'étiologie est inconnue, principalement chez les enfants, dans les municipalités en surplus de fumier utilisant de l'eau de surface ou non chlorée mérite certainement une attention particulière. Cette situation peut être liée à la qualité de l'eau, mais il est difficile de savoir quelle est son origine exacte. En effet, de nombreuses infections ou maladies entériques, même avec hospitalisation, restent sans étiologie connue (90 % des hospitalisations pour maladies entériques possiblement transmissibles par l'eau sont d'étiologie inconnue). De plus, une partie des infections sans étiologie connue ont été codifiées comme non infectieuses. Ce code a tout de même été conservé, tout comme dans l'étude de Aramini *et al.* (Aramini *et al.*, 2000), car beaucoup de ces cas n'ont pas été investigués pour la recherche d'organismes pathogènes dans les selles, en particulier pour la recherche de parasites.

De façon générale, on note que des risques plus élevés de maladies entériques sont principalement observés dans les municipalités ayant des surplus appréciables de phosphore (bilan de phosphore supérieur à 9 kg/ha). Ceci milite en faveur d'un lien possible avec les activités animales. Cependant, cet indicateur est assez grossier lorsqu'il est utilisé pour estimer l'exposition individuelle aux surplus de fumier, et il ne nous renseigne pas sur la qualité de l'eau des réseaux d'aqueduc desservant les municipalités étudiées. L'étude ne permet pas de mettre en évidence clairement cette voie d'exposition, car, de façon générale, les réseaux les plus à risque (comme ceux situés dans les secteurs avec les plus grands surplus de fumier) ne sont pas ceux dans lesquels des risques plus élevés ont été observés. Cependant, la puissance statistique pour évaluer les situations était faible (grande instabilité des taux).

6 CONCLUSION

Cette étude visait à compléter les recherches effectuées chez les populations exposées à des surplus de fumier. Il s'agit d'une démarche de grande envergure, avec un effectif de plus de un million de personnes observées pendant cinq années. La comparaison principale a été effectuée entre deux groupes de population assez comparables sur le plan démographique : les municipalités agricoles en surplus de fumier et les municipalités agricoles non en surplus de fumier. À cause de la taille des effectifs, mais aussi pour diminuer les risques de biais statistiques, le groupe de comparaison a été choisi à l'extérieur du territoire des sept bassins en surplus de fumier.

Cette étude a tenu compte des hospitalisations pour maladies entériques et des déclarations pour de telles maladies pendant la période de 1995 à 1999. Les résultats observés montrent un risque supérieur de maladies entériques possiblement transmissibles par l'eau et d'origine animale dans les municipalités exposées (en surplus de fumier). Ces résultats sont observés chez les populations approvisionnées par un puits domestique et, pour les maladies à déclaration obligatoire, dans les municipalités exposées avec un surplus relatif en phosphore provenant des fumures de plus de 9 kg/ha. L'excès de risque observé dans les municipalités en surplus de fumier pourrait être attribuable à la contamination de l'eau, mais aussi à d'autres facteurs non pris en considération dans cette étude (ex. : alimentation, contacts avec des animaux).

Un risque plus élevé de maladies possiblement transmissibles par l'eau dont l'étiologie est inconnue a aussi été observé dans les municipalités en surplus de fumier comparativement aux municipalités témoins. Ces risques plus élevés sont généralement observés chez les enfants habitant dans les municipalités utilisant de l'eau de surface, de l'eau non chlorée et dans les municipalités avec un surplus de fumier de plus de 9 kg/ha.

Même si l'origine hydrique de ces infections est possible, nous ne pouvons conclure à son lien avec les activités animales. En effet, bien que les résultats laissent croire à la possibilité d'un effet attribuable aux activités de production animale, il faut considérer certaines limites de l'étude : la mesure assez imprécise de l'exposition individuelle aux surplus de fumier, en considérant les données agrégées par territoire de municipalités, l'absence d'information sur la consommation individuelle d'eau ainsi que sur l'exposition à d'autres facteurs de risque de gastro-entérites. Il est ainsi possible que la situation observée soit attribuable à des caractéristiques qu'il était impossible de considérer dans le type d'étude effectuée (ex. : habitudes de vie particulières dans la population exposée).

D'autres études sont nécessaires pour documenter les raisons de ce risque plus élevé de maladies gastro-entériques possiblement transmissibles par l'eau dans les municipalités en surplus de fumier. Des études épidémiologiques utilisant notamment des données individuelles (de type cohorte ou cas témoins) devront être envisagées afin de clarifier le risque pour les populations exposées. Les nouvelles études devraient aussi mieux documenter l'exposition possible aux excréments d'animaux par la consommation de l'eau.

7 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acha, P. N., Szyfres, B. et Office international des épizooties (Paris France) (1989), *Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux*, Office international des épizooties, Paris, 2^e éd., 1063 p.
- Alary, M. et Nadeau, D. (1990), An outbreak of *Campylobacter enteritis* associated with a community water supply, *Can J Public Health*, **81**(4), 268-271.
- Altekruse, S. F., Stern, N. J., Fields, P. I. et Swerdlow, D. L. (1999), *Campylobacter jejuni*--an emerging foodborne pathogen, *Emerg Infect Dis*, **5**(1), 28-35.
- American Water Works Association (1999), *Waterborne pathogens, Manual of water supply practices (#48)*, American Water Works Association, Denver, 285 p.
- Aramini, J., McLean, M., Wilson, J., Holt, J., Copes, R., Allen, B. et Sears, W. (2000), Drinking water quality and health-care utilization for gastrointestinal illness in greater Vancouver, *Can Commun Dis Rep*, **26**(24), 211-214.
- Arvanitidou, M., Stathopoulos, G. A., Constantinidis, T. C. et Katsouyannopoulos, V. (1995), The occurrence of *Salmonella*, *Campylobacter* and *Yersinia* spp. in river and lake waters, *Microbiol Res*, **150**(2), 153-158.
- Barthe, C. (1998), *Guide d'interprétation des paramètres microbiologiques d'intérêt dans le domaine de l'eau potable : document de travail, version préliminaire*, ministère de l'Environnement et Faune du Québec, 155 p.
- Barthe, C. et Brassard, N. (1994), *Présence de Giardia et de Cryptosporidium dans différentes sources d'eau potable au Québec* In Sixième conférence sur l'eau potable, Victoria, Colombie-Britannique.
- Bednarska, M., Bajer, A. et Sinski, E. (1998), Calves as a potential reservoir of *Cryptosporidium parvum* and *Giardia* sp, *Ann Agric Environ Med*, **5**(2), 135-138.
- Bopp, C., Brenner, F., Wells, J. et Strockbine, N. (1999), *Escherichia*, *Shigella* and *Salmonella*, In *Manual of clinical microbiology* (Eds, Patrick R. Murray and American Society for Microbiology) American Society for Microbiology Press, Washington, D.C., p. 459-474.
- Bouffard, J., Bélanger, D. et Quessy, S. (1997), *Microbiological risk associated with swine slurry distribution*, Laboratoire d'hygiène vétérinaire et alimentaire, Agriculture Canada, 10 p.
- Brodeur, J., Goulet, L. et D'Allaire, S. (1999), *Revue de la littérature scientifique traitant des impacts de la production porcine sur la santé publique. Rapport du groupe de travail « Santé » (Le plan agroenvironnemental de la production porcine)*. [Document no SANTE6 accessible en format pdf à : <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/santé.htm>]. 48 p.
- Bruce-Grey-Owen Sound Health Unit, BGOSHU, Ontario (2000), *The investigative report of the Walkerton outbreak of waterborne gastroenteritis*, Accessible à : <http://publichealthbrucegrey.on.ca>, Consulté en : mars 2002.
- Buigues, R.-P., Duval, B., Rochette, L., Boulianne, N., Douville-Fradet, M., Déry, P. et De Serres, G. (2002), Hospitalizations for diarrhea in Quebec children from 1985 to 1998 : estimates of rotavirus-associated diarrhea, *Canadian Journal of Infectious Diseases*, **13**, 239-244.

- Buret, A., denHollander, N., Wallis, P. M., Befus, D. et Olson, M. E. (1990), Zoonotic potential of giardiasis in domestic ruminants, *J Infect Dis*, **162**(1), 231-237.
- Centers for Disease Control and Prevention (2000), CDC surveillance summaries : surveillance for waterborne-disease outbreaks - United States, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, **49**(SS-4), 36.
- Centers for Disease Control and Prevention, (2001), *Viral gastroenteritis*, accessible à : <http://www.cdc.gov/ncidod/dvrd/revb/gastro/faq.htm>, Consulté en : janvier 2003.
- Chalmers, R. M., Aird, H. et Bolton, F. J. (2000), Waterborne *Escherichia coli* O157, *Symp Ser Soc Appl Microbiol*, **29**, 124S-132S.
- Chin, J. (2000), *Control of communicable diseases manual*, American Public Health Association, Washington, 17th, 624 p.
- Comité consultatif fédéral-provincial sur la santé de la population (1999), *Rapport statistique sur la santé de la population canadienne*, Santé Canada, 368 p.
- Conboy, M. J. et Goss, M. J. (2001), Identification of an assemblage of indicator organisms to assess timing and source of bacterial contamination in groundwater, *Water, Air and Soil Pollution*, **129**(1-4), 101-118.
- Craven, S. E., Stern, N. J., Line, E., Bailey, J. S., Cox, N. A. et Fedorka-Cray, P. (2000), Determination of the incidence of *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, and *Clostridium perfringens* in wild birds near broiler chicken houses by sampling intestinal droppings, *Avian Dis*, **44**(3), 715-720.
- Dev, V. J., Main, M. et Gould, I. (1991), Waterborne outbreak of *Escherichia coli* O157, *The Lancet*, **337**(8754), 1412.
- Doyle, M. P., Beuchat, L. R. et Montville, T. J. (2001), *Food microbiology : fundamentals and frontiers*, ASM Press, Washington, D.C., 2nd, 872 p.
- Edberg, S. C., LeClerc, H. et Robertson, J. (1997), Natural protection of spring and well drinking water against surface microbial contamination. II. Indicators and monitoring parameters for parasites, *Crit Rev Microbiol*, **23**(2), 179-206.
- Edberg, S. C., Rice, E. W., Karlin, R. J. et Allen, M. J. (2000), *Escherichia coli* : the best biological drinking water indicator for public health protection, *Symp Ser Soc Appl Microbiol*, (29), 106S-116S.
- Faubert, G., Ruest, N., Couture, Y. et Litvinski, Y. (1997), *Cryptosporidium* et cryptosporidiose, *Vecteur Environnement*, **30**(1), 69-74.
- Fox, K. R. et Lytle, D. A. (1996), Milwaukee's crypto outbreak : investigation and recommendations, *J AWWA*, **88** (September), 87-94.
- Friedman, C. R., Neimann, J., Wegener, H. C. et Tauxe, R. V. (2000), *Epidemiology of Campylobacter jejuni infections in the United States and other industrialized nations*, In *Campylobacter* (Eds, Irving Nachamkin and Blaser, Martin J.) ASM Press, Washington, D.C., p. 121-138.
- Fukushima, H., Nakamura, R., Ito, Y., Saito, K., Tsubokura, M. et Otsuki, K. (1983), Ecological studies of *Yersinia enterocolitica*. I. Dissemination of *Y. enterocolitica* in pigs, *Vet Microbiol*, **8**(5), 469-483.

- Funk, J. A., Troutt, H. F., Isaacson, R. E. et Fossler, C. P. (1998), Prevalence of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in groups of swine at slaughter, *J Food Prot*, **61**(6), 677-682.
- Garcia, L. S. (1998), *Giardiasis*, In *Topley & Wilson's microbiology and microbial infections*, Vol. 5 (Eds, W. W. C. Topley, Wilson, Graham Selby, Collier, Leslie, Balows, Albert and Sussman, Max) Arnold; Oxford University Press, London New York, p. 193-202.
- Gélinas, P. (1995), *Répertoire des microorganismes pathogènes transmis par les aliments*, Fondation des gouverneurs : Edisem, Saint-Hyacinthe, Québec, 211 p.
- Glaberman, S., Moore, J. E., Lowery, C. J., Chalmers, R. M., Sulaiman, I., Elwin, K., Rooney, P. J., Millar, B. C., Dooley, J. S., Lal, A. A. et Xiao, L. (2002), Three drinking-water-associated cryptosporidiosis outbreaks, Northern Ireland, *Emerg Infect Dis*, **8**(6), 631-633.
- Glass, R. I., Bresee, B., Jiang, B., Gentsch, J., Ando, T., Fankhauser, R., Noël, J., Parashar, U., Rosen, B. et Monroe, S. S. (2001), *Gastroenteritis viruses : an overview*, In *Gastroenteritis viruses* (Ed, Jamie Goode) Wiley, Chichester; New York, p. 5-25.
- Hancock, C. M., Rose, J. B. et Callahan, M. (1998), Crypto and Giardia in US groundwater, *J AWWA*, **90**(3), 58-61.
- Heuvelink, A. E., van den Biggelaar, F. L., Zwartkruis-Nahuis, J., Herbes, R. G., Huyben, R., Nagelkerke, N., Melchers, W. J., Monnens, L. A. et de Boer, E. (1998), Occurrence of verocytotoxin-producing *Escherichia coli* O157 on Dutch dairy farms, *J Clin Microbiol*, **36**(12), 3480-3487.
- Highsmith, A. K., Feeley, J. C., Skaliy, P., Wells, J. G. et Wood, B. T. (1977), Isolation of *Yersinia enterocolitica* from well water and growth in distilled water, *Appl Environ Microbiol*, **34**(6), 745-750.
- Howe, A. D., Forster, S., Morton, S., Marshall, R., Osborn, K. S., Wright, P. et Hunter, P. R. (2002), *Cryptosporidium* oocysts in a water supply associated with a cryptosporidiosis outbreak, *Emerg Infect Dis*, **8**(6), 619-624.
- Huetink, R. E., van der Giessen, J. W., Noordhuizen, J. P. et Ploeger, H. W. (2001), Epidemiology of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* on a dairy farm, *Vet Parasitol*, **102**(1-2), 53-67.
- Humphrey, T. J. et Beckett, P. (1987), *Campylobacter jejuni* in dairy cows and raw milk, *Epidemiol Infect*, **98**(3), 263-269.
- Jackson, L. S., Hargraves, W. A., Stroup, W. H. et Diachenko, G. W. (1994), Heterocyclic aromatic amine content of selected beef flavors, *Mutat Res*, **320**(1-2), 113-124.
- Jacobs-Reitsma, W. (2000), *Campylobacter in the food supply*, In *Campylobacter* (Eds, Irving Nachamkin and Blaser, Martin J.) ASM Press, Washington, D.C., p. 467-481.
- Jones, K. (2001), *Campylobacters* in water, sewage and the environment, *J Appl Microbiol*, **90** (supplement), 68S-79S.
- Jones, P. W. et Matthews, P. R. (1975), Examination of slurry from cattle for pathogenic bacteria, *J Hyg (Lond)*, **74**(1), 57-64.
- Koenraad, P. M. F. J., Jacobs-Reitsma, W. F., Neumer, R. R. et Rombouts, F. M. (1996), Short-term evidence of *Campylobacter* in a treatment plant and drain water of a connected poultry abattoir, *Water Environment Research*, **68**(2), 188-193.

- Koenraad, P. M. F. J., Rombouts, F. M. et Notermans, S. H. W. (1997), Epidemiological aspects of thermophilic *Campylobacter* in water-related environments : a review, *Water Environ Res*, **69**(1), 52-63.
- Koneman, E. W. (1997), *Color atlas and textbook of diagnostic microbiology*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 5th.
- Koudela, B., Nohynkova, E., Vitovec, J., Pakandl, M. et Kulda, J. (1991), *Giardia* infection in pigs : detection and in vitro isolation of trophozoites of the *Giardia intestinalis* group, *Parasitology*, **102 Pt 2**, 163-166.
- Kudva, I. T., Blanch, K. et Hovde, C. J. (1998), Analysis of *Escherichia coli* O157:H7 survival in ovine or bovine manure and manure slurry, *Appl Environ Microbiol*, **64**(9), 3166-3174.
- Lainesse, P. (2003), *Rapport sur un épisode d'intoxication au E. coli O 157 : H7, d'origine hydrique probable, dans un bassin de baignade de la rivière Osgood à Kinnear's Mills.*, Direction de santé publique Chaudière-Appalaches, 5 p.
- Lampel, K. A. et Maurelli, A. T. (2001), *Shigella species*, In *Food microbiology : fundamentals and frontiers* (Eds, Michael P. Doyle, Beuchat, Larry R. and Montville, Thomas J.) ASM Press, Washington, D.C., p. 247-261.
- Lassen, J. (1972), *Yersinia enterocolitica* in drinking-water, *Scand J Infect Dis*, **4**(2), 125-127.
- Leber, A. L. et Novak, S. M. (1999), *Intestinal and urogenital amebae, flagellates and ciliates*, In *Manual of clinical microbiology* (Ed., American Society for Microbiology) ASM Press, Washington, p. 1391-1404.
- Letellier, A., Messier, S., Pare, J., Menard, J. et Quessy, S. (1999), Distribution of *Salmonella* in swine herds in Quebec, *Vet Microbiol*, **67**(4), 299-306.
- Levallois, P., Gosselin, P., Carignan, G., Gingras, S., Barthe, C. et Payment, P. (1999), Évaluation du risque de maladies d'origine hydrique chez les populations utilisant de l'eau potable de réseaux publics, dont la source origine du Saint-Laurent ou de ses tributaires, Unité de recherche en santé publique de Québec, 89 p.
- Lévesque, B., Rochette, L., Levallois, P., Barthe, C., Gauvin, D. et Chevalier, P. (1999), Étude de l'incidence de la giardiose au Québec (Canada) et de l'association avec la source et la qualité de l'eau potable, *Rev Épidém et Santé Publ*, **47**, 403-410.
- Liao, S.-F., Du, C., Yang, S. et Healey, M. C. (2001), Alteration of *Cryptosporidium parvum* (Apicomplexa : Eucoccidiorida) oocyst antigens following bleach treatment., *Acta Protozoologica*, **40**, 273-279.
- Louchini, R., Douville-Fradet, M. (2001), *Surveillance des maladies infectieuses et des intoxications chimiques à déclaration obligatoire au Québec, de 1990 à 1999*, MSSS, Direction générale de la santé publique, Bureau de surveillance épidémiologique, Québec, 279 p.
- Lund, V. (1996), Evaluation of *E. coli* as an indicator for the presence of *Campylobacter jejuni* and *Yersinia enterocolitica* in chlorinated and untreated oligotrophic lake water, *Water Research*, **30**(6), 1528-1534.
- Mac Kenzie, W. R., Hoxie, N. J., Proctor, M. E., Gradus, M. S., Blair, K. A., Peterson, D. E., Kazmierczak, J. J., Addiss, D. G., Fox, K. R., Rose, J. B. et al. (1994), A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply, *N Engl J Med*, **331**(3), 161-167.

- Markell, E. K., Voge, M., John, D. T. et Krotoski, W. A. (1999), *Markell and Voge's medical parasitology*, W. B. Saunders, Philadelphia; Montreal, 8th, 501 p.
- Mead, P. S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L. F., Bresee, J. S., Shapiro, C., Griffin, P. M. et Tauxe, R. V. (1999), Food-related illness and death in the United States, *Emerg Infect Dis*, **5**(5), 607-625.
- Meinhardt, P. L., Casemore, D. P. et Miller, K. B. (1996), Epidemiologic aspects of human cryptosporidiosis and the role of waterborne transmission, *Epidemiologic Reviews*, **18**(2), 118-136.
- Meng, J. et Doyle, M. P. (1998), Emerging and evolving microbial foodborne pathogens, *Bulletin de l'Institut Pasteur*, **96**, 151-164.
- Michel, P., Wilson, J. B., Martin, S. W., Clarke, R. C., McEwen, S. A. et Gyles, C. L. (1999), Temporal and geographical distributions of reported cases of *Escherichia coli* O157:H7 infection in Ontario, *Epidemiol Infect*, **122**(2), 193-200.
- Miron, D., Kenes, J. et Dagan, R. (1991), Calves as a source of an outbreak of cryptosporidiosis among young children in an agricultural closed community, *Pediatr Infect Dis J*, **10**(6), 438-441.
- Monson, R. R. (1980), *Occupational Epidemiology*, CRC Press, Inc., Boca Raton, Fl, 219 p.
- Moulton-Hancock, C., Rose, J. B., Vasconcelos, G. J., Harris, S. I., Klonicki, P. T. et Sturbaum, G. D. (2000), *Giardia* and *Cryptosporidium* occurrence in groundwater, *Journal of American Water Works Association*, **92**(9), 117-123.
- Old, D. C. et Threlfall, E. J. (1998), *Salmonella*, In *Topley & Wilson's microbiology and microbial infections*, Vol. 2 (Eds, W. W. C. Topley, Wilson, Graham Selby, Collier, Leslie, Balows, Albert and Sussman, Max) Arnold; Oxford University Press, London, New York, p. 969-997.
- Olsen, S. J., Miller, G., Kennedy, M., Higgins, C., Walford, J., McKee, G., Fox, K., Bibb, W. et Mead, P. (2002), A waterborne outbreak of *Escherichia coli* O157:H7 infections and hemolytic uremic syndrome : implications for rural water systems, *Emerg Infect Dis*, **8**(4), 370-375.
- Olson, M. E., Thorlakson, C. L., Deselliers, L., Morck, D. W. et McAllister, T. A. (1997), *Giardia* and *Cryptosporidium* in Canadian farm animals, *Vet Parasitol*, **68**(4), 375-381.
- Palmer, S. R., Soulsby, E. J. L. et Simpson, D. I. H. (1998), *Zoonoses : biology, clinical practice, and public health control*, Oxford University Press, Oxford; New York, xix, 948 p.
- Paradis, R. (1998), *Infections en émergence au Québec : état de la situation et perspectives*, ministère de la Santé et des Services sociaux, Direction générale de la santé publique, Québec, 375 p.
- Payment, P. (1999), Poor efficacy of residual chlorine disinfectant in drinking water to inactivate waterborne pathogens in distribution systems, *Can J Microbiol*, **45**(8), 709-715.
- Pell, A. N. (1997), Manure and microbes : public and animal health problem?, *J Dairy Sci*, **80**(10), 2673-2681.
- Petric, M. (1999), *Caliciviruses, astroviruses, and other diarrheic viruses*, In *Manual of clinical microbiology* (Ed, Patrick R. Murray) ASM Press, Washington, D.C., pp. 1005-1013.
- Pilon, J., Higgins, R. et Quessy, S. (2000), Epidemiological study of *Yersinia enterocolitica* in swine herds in Quebec, *Can Vet J*, **41**(5), 383-387.

- Restaino, L., Frampton, E. W., Hemphill, J. B. et Palnikar, P. (1995), Efficacy of ozonated water against various food-related microorganisms, *Appl Environ Microbiol*, **61**(9), 3471-3475.
- Rice, E. W., Clark, R. M. et Johnson, C. H. (1999), Chlorine inactivation of *Escherichia coli* O157:H7, *Emerg Infect Dis*, **5**(3), 461-463.
- Rochette, L., Lévesque, B., Levallois, P., Barthe, C. et Gauvin, D. (1996), Étude de l'association spatiale entre l'incidence de la giardiase et la qualité de l'eau potable pour les municipalités du Québec, Centre de santé publique de Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, 35 p.
- Rose, J. B. (1988), Occurrence and significance of *Cryptosporidium* in water, *JAWWA*, **80**, 53-88.
- Rose, J. B. (1997), Environmental ecology of *Cryptosporidium* and public health implications, *Annu Rev Public Health*, **18**, 135-161.
- Santé Canada, (2001a), *Fiche technique santé-sécurité - matières infectieuses : Rotavirus humain*, accessible à : <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/msds-ftss/msds86f.html>, consulté en : février 2002.
- Santé Canada, (2001b), *Fiche technique santé-sécurité - matières infectieuses : virus de l'hépatite A*, accessible à : <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/msds-ftss/msds75f.html>, consulté en : janvier 2003.
- Santé Canada, (2001c), *Fiche technique santé-sécurité - matières infectieuses : virus de Norwalk*, accessible à : <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/msds-ftss/msds112f.html>, consulté en : décembre 2002.
- Santé Canada (2002), Sommaire des maladies à déclaration obligatoire, *Relevé des maladies transmissibles au Canada*, **27**(24), pagination Internet : <http://www.hc-sc.gc.ca/pphb-dgsp/publicat/ccdr-rmtc/02vol28/rm2806fb.html>.
- Santé Canada, (2003), *Incidence des maladies à déclaration obligatoire par année, 1987-1999*, accessible à : http://cythera.ic.gc.ca/dsol/ndis/c_time_f.html, consulté en : mars 2003.
- Shere, K. D., Goldberg, M. B. et Rubin, R. H. (1998), *Salmonella infections*, In *Infectious diseases* (Eds, Sherwood L. Gorbach, Bartlett, John G. and Blacklow, Neil R.) Saunders, Philadelphia; Montréal, p. 699-712.
- Skjerve, E., Lium, B., Nielsen, B. et Nesbakken, T. (1998), Control of *Yersinia enterocolitica* in pigs at herd level, *Int J Food Microbiol*, **45**(3), 195-203.
- Slome, S. B. et Black, R. E. (1991), *Yersinia enterocolitica infections*, In *Bacterial Infections of Humans* (Eds, A. S. Evans and Brachman, P. S.) Plenum Medical Book Company, New York, p. 819-836.
- Stanley, K., Cunningham, R. et Jones, K. (1998), Isolation of *Campylobacter jejuni* from groundwater, *J Appl Microbiol*, **85**, 187-191.
- Strauch, D. et Ballarini, G. (1994), Hygienic aspects of the production and agricultural use of animal wastes, *Zentralbl Veterinarmed [B]*, **41**(3), 176-228.
- Strauss, B., King, W., Ley, A. et Hoey, J. R. (2001), A prospective study of rural drinking water quality and acute gastrointestinal illness, *BMC Public Health*, **1**(1), 198.
- Swerdlow, D. L., Woodruff, B. A., Brady, R. C., Griffin, P. M., Tippen, S., Donnell, H. D., Jr., Geldreich, E., Payne, B. J., Meyer, A., Jr. et Wells, J. G. (1992), A waterborne outbreak in Missouri of *Escherichia coli* O157:H7 associated with bloody diarrhea and death, *Ann Intern Med*, **117**(10), 812-819.

- Thomas, D. (1998), *Diseases caused by corynebacteria and related organisms*, In *Zoonoses : biology, clinical practice, and public health control* (Eds, Stephen R. Palmer, Soulsby, E. J. L. and Simpson, David Ian Hewitt) Oxford University Press, Oxford; New York, p. 68-73.
- Thompson, J. S., Cahoon, F. E. et Hodge, D. S. (1986), Rate of *Campylobacter* spp. isolation in three regions of Ontario, Canada, from 1978 to 1985, *J Clin Microbiol*, **24**(5), 876-878.
- Thompson, R. C. A. (1998), *Giardia infections*, In *Zoonoses : biology, clinical practice, and public health control* (Eds, Stephen R. Palmer, Soulsby, E. J. L. and Simpson, David Ian Hewitt) Oxford University Press, Oxford; New York, p. 545-561.
- Todd, E. C. D., Canada. Direction générale de la protection de la santé, ministère de la Santé nationale et du bien-être social. (2001), *Intoxications alimentaires et maladies d'origine hydrique au Canada*, Santé et bien-être social Canada, Ottawa.
- United States Environmental Protection Agency, (1998), *Giardia: human health criteria document*, Accessible à : <http://www.epa.gov/ost/humanhealth/microbial/microbial.html>, consulté en : mars 2002.
- United States Environmental Protection Agency, US-EPA (2001), *Cryptosporidium: human health criteria document*, accessible à : <http://www.epa.gov/ost/humanhealth/microbial/microbial.html>, consulté en : mars 2002.
- Valcour, J. E., Michel, P., McEwen, S. A. et Wilson, J. B. (2002), Associations between Indicators of Livestock Farming Intensity and Incidence of Human Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli* Infection, *Emerg Infect Dis*, **8**(3), 252-257.
- Villeneuve, A. (1999), Zoonoses d'origine parasitaire, *Le médecin vétérinaire du Québec*, 29(1), 24-28.
- Wade, S. E., Mohammed, H. O. et Schaaf, S. L. (2000), Prevalence of *Giardia* sp. *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium andersoni* (syn. *C. muris*) [correction of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium muris* (*C. andersoni*)] in 109 dairy herds in five counties of southeastern New York, *Vet Parasitol*, **93**(1), 1-11.
- Walker, P. J. et Grimes, D. J. (1985), A note on *Yersinia enterocolitica* in a swine farm watershed, *J Appl Bacteriol*, **58**(2), 139-143.
- Wallis, P. M., Erlandsen, S. L., Isaac-Renton, J. L., Olson, M. E., Robertson, W. J. et van Keulen, H. (1996), Prevalence of *Giardia* cysts and *Cryptosporidium* oocysts and characterization of *Giardia* spp. isolated from drinking water in Canada, *Appl Environ Microbiol*, **62**(8), 2789-2797.
- Zhao, T., Doyle, M. P., Shere, J. et Garber, L. (1995), Prevalence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in a survey of dairy herds, *Appl Environ Microbiol*, **61**(4), 1290-1293.

ANNEXE

TABLEAUX COMPLÉMENTAIRES

Tableau A-1 Nombre et taux spécifiques d'hospitalisations pour maladies entériques selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999

Groupe d'âge quinquennal	Nombre d'hospitalisations	%	Taux spécifiques (/ 100 000 p.a.)
0 à 4 ans	4 606	28	1 011,50
5 à 9 ans	1 731	11	378,84
10 à 14 ans	557	3	121,15
15 à 19 ans	471	3	95,32
20 à 24 ans	491	3	108,24
25 à 29 ans	551	3	114,46
30 à 34 ans	618	4	101,36
35 à 39 ans	605	4	93,33
40 à 44 ans	594	4	100,47
45 à 49 ans	600	4	112,21
50 à 54 ans	627	4	142,20
55 à 59 ans	621	4	182,06
60 à 64 ans	603	4	194,81
65 à 69 ans	734	4	258,13
70 à 74 ans	881	5	374,59
75 à 79 ans	840	5	522,42
80 à 84 ans	682	4	656,53
85 ans et plus	652	4	856,49
Total	16 464	100	230,69

Tableau A-2 Nombre et taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques dans les municipalités exposées et les municipalités témoins non agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des diagnostics	Type de municipalités à l'étude	0 à 4 ans		65 ans et plus		Ensemble de la population	
		Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p- a)	Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p- a)	Nombre d'hospitalisations	Taux standardisés (/ 100 000 p- a)
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	Exposées	54	31,06	32	10,41 [†]	230	8,63
	Témoins non agricoles - extérieur	14	20,11 [†]	12	9,51 [†]	69	6,31
	Témoins non agricoles - intérieur	33	27,01 [†]	28	13,00 [†]	142	7,48
A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	Exposées	3	1,73 [†]	-	0	35	1,34 [†]
	Témoins non agricoles - extérieur	3	4,35 [†]	-	0	9	0,80 [†]
	Témoins non agricoles - intérieur	2	1,64 [†]	7	3,27 [†]	36	1,91 [†]
A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	Exposées	1 642	944,59	1 061	340,49	4 808	179,22
	Témoins non agricoles - extérieur	396	569,71	335	267,77	1 385	128,32
	Témoins non agricoles - intérieur	1 100	900,41	865	404,91	3 814	202,47
B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	Exposées	35	20,14 [†]	68	21,77	266	9,96
	Témoins non agricoles - extérieur	10	14,38 [†]	34	27,26 [†]	91	8,48
	Témoins non agricoles - intérieur	31	25,38 [†]	73	33,89	199	10,61

† Le coefficient de variation du taux est situé entre 16,6 % et 33,3 %. La valeur doit être interprétée avec prudence.

‡ Le coefficient de variation du taux est supérieur à 33,3 %. La valeur n'est présentée qu'à titre indicatif.

Tableau A-3 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour maladies entériques entre les municipalités exposées et les municipalités témoins non agricoles selon le regroupement des diagnostics et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des diagnostics	Type de municipalités témoins	Rapports de taux standardisés (RTS) [†]		
		0 à 4 ans	65 ans et plus	Ensemble de la population
A1 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale	Témoins non agricoles - extérieur	1,545	1,095	1,367
	Témoins non agricoles - intérieur	1,150		1,152
A2 : Infections possiblement transmissibles par l'eau potable, mais pas d'origine animale	Témoins non agricoles - extérieur			
	Témoins non agricoles - intérieur			1,703
A3 : Maladies possiblement transmissibles par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue	Témoins non agricoles - extérieur	1,658*	1,272*	1,397*
	Témoins non agricoles - intérieur	1,049	0,841*	0,885*
B : Symptômes divers associés à une maladie entérique	Témoins non agricoles - extérieur	1,400	0,799	1,175
	Témoins non agricoles - intérieur	0,794	0,642*	0,939

† Les RTS basés sur de taux instables (c'est-à-dire coefficient de variation à > 33 %) ne sont pas présentés.

* Valeur p du RTS ≤ 0,01

Tableau A-4 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les infections possiblement transmissibles par l'eau potable et d'origine animale (regroupement A1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	0,909 [§]		1,246 [§]		
65 ans +	0,570 [§]				
Totale	0,881		1,881^{§*}		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans		1,080 [§]	1,246 [§]		
65 ans +		0,728 [§]			
Totale	0,765[§]	0,995[§]	1,881^{§*}		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans			1,192 [§]		
65 ans +			0,710 [§]		
Totale			1,139		1,807[§]
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans		1,144 [§]			
65 ans +	0,873 [§]				
Totale	1,007	1,452	1,125		
Population à l'étude					
Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins versants					
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans					
65 ans +	0,741 [§]				
Totale	1,124	1,650[§]			
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans		1,445 [§]			
65 ans +		0,987 [§]			
Totale		1,247			
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale				2,312[§]	
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,934 [§]				
65 ans +	1,153 [§]				
Totale	0,952				

^{*} RTS significatif au seuil de 1 % (p ≤ 0,01).

[§] Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

[‡] Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

[‡] Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

Tableau A-5 Rapports de taux standardisés d'hospitalisations pour les maladies entériques possiblement transmises par l'eau potable, mais d'étiologie inconnue (regroupement A3) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	0,853*	0,991	1,451*		
65 ans +	0,854*	0,622	0,907		
Totale	0,771*	0,908	1,119		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,285	0,807*	1,451*		
65 ans +	1,453	0,756*	0,907		
Totale	1,420*	0,713*	1,119		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans	2,296*	1,230	1,038	1,513	1,265
65 ans +	1,111	0,772	0,829*	0,823 [§]	0,920
Totale	1,478*	1,078	0,857*	1,315*	1,091
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,913	1,571*	0,694*		
65 ans +	0,839	1,142	0,460*		
Totale	0,865*	1,243*	0,536*		

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,645*	1,997*	1,482*		
65 ans +	1,378*	1,276	0,799		
Totale	1,487*	1,467*	1,029		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	2,011 [§] *	1,728*	1,482*		
65 ans +	1,230 [§]	1,417*	0,799		
Totale	1,457*	1,520*	1,029		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans	2,323*		0,762	2,787*	1,335
65 ans +	1,220 [§]		2,221 [§] *	0,970	1,166 [§]
Totale	1,784*	1,940	1,039	1,649	1,203
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[‡]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	1,063	2,892*	3,805 [§] *		
65 ans +	1,125	1,349	0,939		
Totale	1,038	1,888*	1,777*		

* RTS significatif au seuil de 1 % ($p \leq 0,01$).

[§] Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

[‡] Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

[‡] Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

Tableau A-6 Nombre de cas d'infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques déclarés selon le groupe d'âge quinquennal, 1995-1999

Groupe d'âge quinquennal	Nombre de cas	(%)	Taux spécifiques (/ 100 000 p.-a.)
0 à 4 ans	1 309	17	287,46
5 à 9 ans	657	8	143,79
10 à 14 ans	390	5	84,83
15 à 19 ans	672	9	135,99
20 à 24 ans	738	9	162,69
25 à 29 ans	688	9	142,92
30 à 34 ans	658	8	107,92
35 à 39 ans	607	8	93,63
40 à 44 ans	446	6	75,44
45 à 49 ans	395	5	73,87
50 à 54 ans	337	4	76,43
55 à 59 ans	226	3	66,26
60 à 64 ans	203	3	65,58
65 à 69 ans	170	2	59,79
70 à 74 ans	127	2	54,00
75 à 79 ans	115	1	71,52
80 à 84 ans	78	1	75,09
85 ans et plus	62	1	81,44
Total	7 878	100	110,38

Tableau A-7 Nombre et taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques dans les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles, selon le regroupement des infections et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupement des infections	Type de municipalités à l'étude	0 à 4 ans		65 ans et plus		Ensemble de la population	
		Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)	Nombre de cas	Taux standardisés (/ 100 000 p-a)
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	Exposées	422	242,75	172	55,70	2 345	88,32
	Témoins non agricoles - extérieur	146	209,80	63	50,06	899	83,23
	Témoins non agricoles - intérieur	226	185,00	134	62,22	1 591	84,06
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Exposées	15	8,63 [†]	6	1,93 [†]	144	5,42
	Témoins non agricoles - extérieur	11	15,81 [†]	2	1,60 [†]	58	5,33
	Témoins non agricoles - intérieur	21	17,18 [†]	7	3,24 [‡]	146	7,73

† Le coefficient de variation du taux est situé entre 16,6 % et 33,3 %. La valeur doit être interprétée avec prudence.

‡ Le coefficient de variation du taux est supérieur à 33,3 %. La valeur n'est présentée qu'à titre indicatif.

Tableau A-8 Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies hydriques à déclaration obligatoire de sources hydriques selon le regroupement des infections, entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles et le groupe d'âge, 1995-1999

Regroupements des maladies	Type de municipalités témoins	Rapports de taux standardisés (RTS) [†]		
		0 à 4 ans	65 ans et plus	Ensemble de la population
M1 : Infections transmissibles par l'eau potable et possiblement d'origine animale	Témoins non agricoles - extérieur	1,157	1,113	1,061
	Témoins non agricoles - intérieur	1,312*	0,895	1,051
M2 : Infections transmissibles par l'eau potable, mais probablement pas d'origine animale	Témoins non agricoles - extérieur	0,546		1,017
	Témoins non agricoles - intérieur	0,503		0,701*

† Les RTS basés sur de taux instables (c'est-à-dire coefficient de variation à > 33 %) ne sont pas présentés.

* Valeur p du RTS ≤ 0,01

Tableau A-9 Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques d'origine animale (regroupement M1) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,108	1,408 [§]	1,603*		
65 ans +	0,854		1,355 [§]		
Totale	0,920	0,964	1,371*		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	0,925 [§]	1,200	1,603*		
65 ans +		0,952	1,355 [§]		
Totale	0,541	1,018	1,371*		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans			1,503*		1,025 [§]
65 ans +			0,901		
Totale	0,572*	1,132	1,172*	1,425[§]	0,911
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[†]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,821	1,695*	1,711*		
65 ans +	0,663	1,126	1,026		
Totale	0,671*	1,492*	1,229*		

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	1,131	1,464 [§]	1,055		
65 ans +	1,152	0,497 [§]			
Totale	1,073	1,056	1,047		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans	0,845 [§]	1,235	1,055		
65 ans +		1,148			
Totale	0,755	1,100	1,047		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans			0,558 [§]	1,817*	0,730 [§]
65 ans +				0,750	
Totale	0,812	0,886	0,731*	1,353*	0,942
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[†]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans	0,822	1,217 [§]	2,838 [§] *		
65 ans +	0,928	1,203 [§]			
Totale	0,783*	1,245*	2,283*		

* RTS significatif au seuil de 1 % ($p \leq 0,01$).

§ Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

† Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

‡ Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.

Tableau A-10 Rapports de taux standardisés d'incidence des infections par maladies entériques à déclaration obligatoire de sources hydriques qui ne sont pas d'origine animale (regroupement M2) entre les municipalités en surplus de fumier et les municipalités témoins non agricoles

Population à l'étude	Témoins non agricoles à l'intérieur des sept bassins versants				
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	0,831	0,515 [§]	0,486 ^{§*}		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans		0,438			
65 ans +					
Totale		0,816	0,486 ^{§*}		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale			0,739		0,590
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[†]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	0,755	0,644	0,944 [§]		
Population à l'étude					
Témoins non agricoles à l'extérieur des sept bassins versants					
A. Selon la source d'approvisionnement					
	Surface	Souterraine	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	1,089 [§]	1,336 [§]	0,751 [§]		
B. Selon le type de traitement					
	Non chlorée	Chlorée	Puits privés [‡]		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale		1,242	0,751 [§]		
C. Selon l'indice de vulnérabilité des réseaux d'aqueduc municipaux					
	Très vulnérable	Vulnérable	Peu vulnérable	Non vulnérable	Inconnu
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale				1,130 [§]	
D. Selon l'importance du bilan en phosphore[†]					
	-1 à -9 kg/ha	-10 à -19 kg/ha	-20 et - kg/ha		
0 à 4 ans					
65 ans +					
Totale	0,906		0,919 [§]		

* RTS significatif au seuil de 1 % (p <= 0,01).

§ Le coefficient de variation d'au moins un des taux se situe entre 16,6 % et 33,3 %.

† Pour les municipalités exposées à l'étude, les catégories de bilan en phosphore utilisées sont : 0 à 9; de 10 à 19 et de 20 et +.

‡ Pas de réseau d'aqueduc municipal où le réseau dessert moins de 49 % de la population de la municipalité.



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**

