



ENSP

ÉCOLE NATIONALE DE
LA SANTÉ PUBLIQUE

RENNES

**Ingénieur du génie sanitaire,
formation 1999-2000**

Mémoire de fin d'études

Élaboration d'un outil d'évaluation de la qualité
microbiologique des eaux de la rivière des Mille-Îles (Québec)
en vue de la protection sanitaire des usagers.

Présenté par:
Sandrine COQUET,
Ingénieur chimiste de l'ENSCT

Lieu du stage:
Régie Régionale de la Santé et
des Services Sociaux de Laval

Accompagnant professionnel:
M. Dr Gilles Poupart

Référent pédagogique:
M. Rémi Demillac

« L'École Nationale de la Santé Publique n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les mémoires : les opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs »

REMERCIEMENTS

Je remercie M Gilles Poupart, m.d., de la Direction de la Santé Publique de Laval pour son soutien et sa disponibilité, ainsi que M Rémi Demillac, de l'École Nationale de la Santé Publique (France), pour son soutien scientifique et pédagogique.

Je remercie également MM Jacques Normandeau, Ph.D., de la Direction de la Santé Publique des Laurentides et Pierre Lamarre, ing., du Service d'Ingénierie de la Ville de Laval, pour leur disponibilité et leur précieuse collaboration. Je remercie Mme Lise Laplante, m.d. et Horacio Arruda, m.d., de la Direction de la Santé Publique de Laval ainsi que M Michel Savard, m.d., de la DSP des Laurentides pour leur soutien et leurs conseils.

Je tiens à remercier toutes les personnes et organismes ayant participé à l'élaboration ou à la réalisation de ce projet, et plus particulièrement :

- MM Denis Brouillette M.Sc., et Sylvain Primeau, M.Sc., du Ministère de l'Environnement,
- MM George del Rio, ing., Kamal Karazivan, ing., et Samley Chamroenn du Ministère des Affaires Municipales,
- M Élie Fallu, Maire de la ville de Sainte-Thérèse et Président de la Corporation de mise en valeur de la Rivière des Mille-Iles,
- M Daniel Babineau, ing., et Mme Caroline Breau du service d'hygiène de la Ville de Rosemère,
- Les responsables des usines de filtration et d'épuration des villes riveraines de la rivière des Mille-Iles,
- M Jean Lauzon et l'organisme Éco-Nature,

Merci aussi à Joël Delode pour son aide informatique ainsi qu'à toute l'équipe de la Direction de la Santé Publique de Laval.

Et enfin, je remercie l'association des Amis de l'École Nationale de la Santé Publique pour leur soutien financier qui m'a permis de réaliser ce stage au Québec.

AVANT-PROPOS

Ce travail de mémoire d'ingénieur du génie sanitaire a été réalisé au sein de la Direction de la Santé Publique de la Régie Régionale de la Santé et des Services Sociaux de Laval (Québec). Afin de répondre à la fois aux objectifs sanitaires et environnementaux, une importante collaboration a été mise en place avec divers partenaires, dont le Ministère de l'Environnement et le Service d'Ingénierie de la Ville de Laval.

Ce projet, visant l'évaluation de la qualité des eaux récréatives de la Rivière des Mille-Iles a été largement tourné vers l'étude des systèmes d'assainissement du bassin versant de la rivière. Les rejets urbains constituent en effet une grande source de pollution microbiologique et d'importants budgets ont été investis ces dernières années dans la mise en place de systèmes d'assainissement dans les communes riveraines de la Rivière. Or, aucune étude n'a été spécifiquement réalisée à ce jour dans le but d'évaluer le bien fondé et l'efficacité de ces travaux.

Aussi, dans le cadre de ce projet, il nous a paru important de mesurer l'impact de ces réalisations, ainsi que de statuer sur la performance des réseaux actuels. Certains résultats pourront paraître comme prévisibles aux spécialistes de l'assainissement. Cependant, il s'agissait bien ici de poser un diagnostic local, lequel pourra être utilisé pour convaincre des décideurs de la nécessité de poursuivre les efforts entrepris sur le secteur. De tels résultats de terrain constituent en effet un argument souvent plus convaincant que des projections, statistiques ou généralités.

Ce travail aura donc atteint ses objectifs s'il permet aux différents acteurs de prendre conscience de leur nécessaires implication et collaboration dans la politique de récupération des usages de la rivière.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

- BAPE : Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement
CF : Coliformes fécaux
CT : Coliformes totaux
CUM : Communauté Urbaine de Montréal
DSP : Direction de la Santé Publique
GI : gastro-intestinal
IQBP : Indice de Qualité Bactériologique et Physico-chimique
MAMM : Ministère des Affaires Municipales et de la Métropole
MEF : Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec (1994-1999)
MENV : Ministère de l'Environnement (après 1999)
MENVIQ : Ministère de l'Environnement (avant 1994)
MRC : Municipalité Régionale de Conté
OER : Objectif Environnemental de Rejet
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
PADEM : Programme d'assainissement des eaux municipales
PAEQ : Programme d'assainissement des eaux du Québec
PR : Portrait régional
RR : Risque relatif
RRSS: Régie régionale de la santé et des services sociaux
RSMA : Réseau de Suivi du Milieu Aquatique
SBESC : Santé et Bien Être Social Canada
SF : Streptocoques fécaux
SLV 2000 : Saint-Laurent Vision 2000
STEP : Station d'épuration
UFC : Unité Formant Colonie
US EPA : United-States Environmental Protection Agency (agence américaine pour la protection de l'environnement)
UV : ultra-violet

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	I
SIGLES ET ABRÉVIATIONS	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
INTRODUCTION.....	1
1 ÉTUDE DES RISQUES SANITAIRES ASSOCIÉS AUX ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES EN EAUX NATURELLES	3
1.1 Les atteintes à la santé	3
1.2 Les éclosions recensées	3
1.3 Revue bibliographique des études épidémiologiques	3
1.3.1 Présentation.....	3
1.3.2 Activités de baignade.....	5
1.3.3 Activités récréatives de contact primaire.....	8
1.3.4 Activités de contact secondaire.....	10
1.4 Bilan de l'étude bibliographique	11
2 LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE	13
2.1 Présentation de la rivière des Mille-Îles	13
2.1.1 Localisation et hydrographie	13
2.1.2 Ressource hydrique [24]	13
2.2 Usages et réglementation	14
2.2.1 Usages	14
2.2.2 Qualité microbiologique des eaux : surveillance et réglementation	15
2.3 Usages et usagers de la rivière des Mille-Îles	16
2.3.1 Sites d'usages récréatifs.....	16
2.3.2 Population exposée	17
3 PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE.....	19
3.1 Problématique et enjeux	19
3.2 Méthodologie.....	19
3.2.1 Identification des sources de pollution.....	19

3.2.2	Caractérisation de la contamination microbiologique de la rivière des Mille-Îles.	20
3.2.3	Recherche d'un outil prédictif de la qualité des eaux.....	21
4	RÉSULTATS	22
4.1	Sources de pollution microbiologique de la rivière des Mille-Îles	22
4.1.1	Types de pollution des eaux	22
4.1.2	Origines de la pollution microbienne	22
4.1.2.1	Sources agricoles	23
4.1.2.2	Sources industrielles.....	24
4.1.2.3	Sources urbaines.....	25
4.1.2.4	Sources naturelles	26
4.1.2.5	Sources endogènes ponctuelles	26
4.1.2.6	Bilan	26
4.1.3	Assainissement.....	27
4.1.3.1	Assainissement au Québec	27
4.1.3.2	Bassin de la rivière des Mille-Îles	30
4.1.3.3	Assainissement, ville de Laval.....	30
4.1.3.4	Assainissement Rive Nord.....	32
4.2	Caractérisation de la qualité des eaux de la rivière des Mille-Îles	32
4.2.1	Caractéristiques et qualité générales	32
4.2.2	Micro-organisme pathogènes.....	34
4.2.3	Bilan de l'étude menée en 1999.....	35
4.2.3.1	Analyse des eaux brutes des usines de filtration	35
4.2.3.2	Campagne d'échantillonnage en rive de l'été 1999	36
4.2.3.3	Analyses du Réseau-Rivière	38
4.2.4	Bilan des données historiques	38
4.3	Mise au point de la campagne d'analyses de l'été 2000.....	39
4.3.1	Choix de l'indicateur microbien	39
4.3.2	Caractéristiques de la campagne.....	39
4.4	Analyse des résultats de la campagne 2000	43
4.4.1	Profil général.....	43
4.4.2	Impact du réseau d'assainissement	48
4.4.3	Perspective historique.....	52
4.5	Élaboration d'un outil prédictif de la qualité microbiologique de l'eau.....	53
4.5.1	Pluviométrie et mesure de coliformes fécaux.....	53
4.5.2	Pluviométrie et débordements de réseau.....	54
5	DISCUSSION.....	56

5.1	Collecte des informations.....	56
5.2	Sources de pollution.....	56
5.3	Mise au point campagne 2000.....	57
5.4	Activités récréatives et risques sanitaires	57
5.5	Assainissement.....	58
5.6	Élaboration d'un outil prédictif de la qualité microbiologique.....	59
	CONCLUSION	62
	Annexes A_B - Annexe C - Annexes D à L.....	63
	BIBLIOGRAPHIE.....	64

INTRODUCTION

Dans bien des lieux, l'urbanisation et les pratiques qui y sont associées ont mis en péril les usages de contact avec les eaux naturelles. Ainsi, la rivière des Mille-Îles (Québec, Canada), a eu une vocation récréo-touristique importante par le passé, avec notamment des plages publiques le long des rives, mais, face à la pollution croissante, ces plages ont fermé dans les années 1960. Cependant, la rivière reste fréquentée par les amateurs de plein air et de sports nautiques, et gagne actuellement en popularité. En outre, la population souhaite se réappropriier les usages de la rivière. Le potentiel récréo-touristique qui serait dégagé est estimé à 1 500 000 personnes annuellement.

Les efforts déployés pour la réhabilitation des cours d'eau du Québec en général et en matière d'assainissement des eaux usées par les communes riveraines depuis ces 10 dernières années, laissent espérer une amélioration de la qualité microbiologique des eaux pouvant éventuellement permettre la réappropriation des usages de contact primaire tels la baignade.

Ainsi, face aux travaux récents effectués en matière d'assainissement, et considérant le désir des décideurs et de la population de voir se développer le potentiel récréotouristique de la rivière, il est apparu essentiel de mener une étude serrée permettant de statuer sur la possibilité sanitaire d'un tel développement et de gérer au mieux les risques qui y sont associés.

Ce travail s'inscrit dans le cadre du « Programme d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles », initié par les Directions de la Santé Publique (DSP) des Régions Régionales de la Santé et des Services Sociaux (RRSSS) de Laval et des Laurentides en 1999, et l'objectif poursuivi est de bâtir une réflexion permettant à terme la mise au point d'un outil prédictif de la qualité microbiologique de l'eau, utilisable pour une gestion préventive du risque sanitaire lié aux usages récréatifs. Une telle démarche a nécessité la prise en compte des différents intérêts et usages liés à la ressource ainsi que l'établissement d'un portrait détaillé de la contamination microbiologique de la rivière.

La première section de ce document présente la revue de la littérature concernant les risques sanitaires associés à la pratique d'activités récréatives en eaux douces naturelles.

La deuxième section s'attache à la description du contexte local de l'étude, avec notamment la caractérisation des zones d'usages et de la population exposée.

Ce contexte général et local établi, la démarche adoptée pour étudier la qualité microbiologique des eaux de la rivière des Mille-Îles est présentée. Elle a consisté dans un premier temps à l'identification des sources potentielles de pollution microbiologique de la rivière.

Ces renseignements combinés ont permis la mise au point d'une campagne complète d'échantillonnage, en tenant compte des secteurs d'usages, actuels et potentiels, et des sources suspectées de pollution. Les résultats des campagnes ont permis de dresser le portrait de la qualité

microbiologique des eaux, et, mis en perspective avec les données historiques et différentes données environnementales, ils nous ont mené à l'analyse environnementale du secteur.

Ainsi, nous avons identifié des facteurs déterminants de la qualité microbiologique de l'eau et statué sur l'adéquation des eaux à la pratique d'activités récréatives, dont la baignade. Enfin, nous avons émis des recommandations concernant la mise au point d'un outil prédictif de la qualité microbiologique des eaux de la rivière des Mille-Îles.

1 Étude des risques sanitaires associés aux activités récréatives en eaux naturelles

1.1 Les atteintes à la santé

Divers risques sanitaires peuvent être associés à la pratique d'activités récréatives dans des eaux présentant des contaminants microbiologiques. L'exposition aux contaminants peut se faire par voie cutanée, orale (un baigneur ingérerait de l'ordre de 10 à 100 mL d'eau à chaque baignade) et pulmonaire [1].

Le tableau A1 en annexe A présente différents pathogènes pouvant se retrouver dans les eaux utilisées à des fins récréatives, ainsi que leurs effets sur la santé humaine. Les problèmes les plus fréquents associés aux activités en eaux polluées sont les gastro-entérites, les infections de la peau, les otites et les conjonctivites [2]. Au Québec, comme dans d'autres pays, dont la France, la dermatite du baigneur est aussi à considérer. Il s'agit d'une affection cutanée provoquée par des cercaires (larves).

1.2 Les éclosions recensées

Aux États-Unis, les éclosions recensées par le CDC d'Atlanta entre 1991 et 1996 pour les activités récréatives dans les eaux naturelles étaient au nombre de 48 (contre 54 dans les piscines, pataugeoires et bains tourbillons). Parmi elles, 28 éclosions concernaient des cas de gastro-entérite (pour un total de 1815 cas) et 5 éclosions (161 cas) rapportaient des dermatites. Enfin, les autres affections représentaient 15 éclosions et 614 cas (dont 569 pharyngites et 6 méningo-encéphalites d'origine amibienne).

Au Québec, selon le bilan 1989-1995 des maladies d'origine hydrique, produit par le Comité de Santé Environnementale, 10 épidémies ont été recensées pour les activités récréatives, dont 3 seulement concernaient des eaux naturelles, pour un total de 13 cas de dermatites du baigneur [3].

Cependant, les pathologies les plus souvent associées aux activités récréatives sont des affections courantes, qui ne font généralement pas l'objet de consultation chez le médecin. Par ailleurs les symptômes peuvent être attribués à d'autres facteurs (alimentation, contact avec une personne malade, etc.). Aussi, ces maladies d'origine hydrique font très certainement l'objet de sous déclaration auprès des autorités sanitaires.

1.3 Revue bibliographique des études épidémiologiques

1.3.1 Présentation

Les connaissances actuelles concernant la dose-réponse des effets sur la santé de la pratique d'activités récréatives dans des eaux de mauvaise qualité microbiologique s'appuient essentiellement sur des études épidémiologiques. Les résultats de ces investigations sont notamment utilisés dans l'élaboration et la critique des normes réglementaires concernant la qualité microbiologique des eaux récréatives.

Parmi les activités récréatives, certaines entraînent un contact direct avec l'eau (nage, canyoning, planche à voile, etc.) et sont dites de contact primaire. Le second groupe d'activités, dites de contact secondaire, ne provoquent qu'un contact beaucoup plus restreint avec l'eau. Il s'agit par exemple du canoë en eau calme, du Pédalo, de la pêche etc. Les études épidémiologiques portant sur ce type d'activités sont beaucoup moins nombreuses.

Par ailleurs, les études menées sur des activités en eau douce sont moins nombreuses que celles portant sur des activités en eau de mer [4]. L'extrapolation doit se faire avec prudence.

De nombreuses études épidémiologiques s'intéressant aux effets sur la santé de l'exposition à des contaminants microbiologiques via des activités récréatives en eau douce ou marine ont été réalisées à ce jour. En 1998, l'OMS recensait 37 études épidémiologiques portant sur cette question (et en retenait 22 pour sa revue bibliographique) [4]. Ces études se sont intéressées aux symptômes gastro-intestinaux, aux infections de la peau, des oreilles et des yeux, aux maux de gorges et aux problèmes respiratoires. Les résultats obtenus convergent vers une augmentation des symptômes chez les exposés versus les non exposés.

Dans la littérature consultée, on retrouve plusieurs types d'études :

- les études de cohorte prospectives (longitudinales prospectives) [5-13]
- les études de cohorte rétrospectives (longitudinales rétrospectives) [14]
- les études expérimentales (par exposition contrôlée) [15,16]
- les études cas-témoins [17].

Les études longitudinales prospectives sont bien adaptées à ce type d'investigation mais leurs principaux défauts résident en (i) les différences de caractéristiques entre les groupes d'exposés et de non exposés et en (ii) le difficile suivi des groupes. Concernant les études rétrospectives, il est difficile de bien identifier la qualité de l'eau à laquelle les personnes ont été exposées (repérage dans le temps et l'espace, adéquation du monitoring de l'eau, etc.). Enfin, les études expérimentales permettent de connaître avec précision les paramètres d'exposition mais posent des problèmes d'organisation, de coût et d'éthique.

La qualité microbiologique de l'eau est généralement suivie par des analyses se rapportant aux jours d'exposition, et portant sur un ou plusieurs paramètre(s) microbiologique(s). Le plus souvent, les paramètres suivis sont des indicateurs de contamination fécale tels que les entérocoques, les streptocoques fécaux (SF), les coliformes fécaux (CF), *Escherichia coli*. (E coli.), et plus rarement des microorganismes pathogènes.

Les facteurs de confusion, ou les modificateurs d'effet, tels que l'âge, le sexe, la santé, les autres contacts avec l'eau durant la période d'étude et les facteurs socio-économiques ont été considérés dans la majorité des études.

Précisons toutefois que les connaissances sur le lien possible entre les activités récréatives en eau contaminée et les atteintes à la santé restent limitées. Bien que toutes les études que nous présentons ici aient été réalisées de façon détaillée, les méthodes utilisées restent généralement différentes. Les données ne doivent donc s'interpréter et se comparer qu'avec prudence. Le but de

cette revue bibliographique est de situer les connaissances actuelles et d'en tirer les informations pertinentes pour notre étude. Il ne s'agit pas d'une revue exhaustive.

Nous nous limiterons quasi-exclusivement aux études réalisées en eau douce.

Nous présenterons d'abord les études concernant les activités de baignade, qui ont constitué les premières investigations épidémiologiques et ont servi de base à l'élaboration de la réglementation actuelle. Nous présenterons ensuite les études concernant les activités nautiques de contact primaire puis secondaire. Le tableau 1 présente brièvement les caractéristiques générales des études retenues.

Tableau 1 – Études recensées pour l'évaluation du risque microbiologique en eau douce

ÉQUIPE D'ÉTUDE	ANNÉE	PAYS	TYPE D'ÉTUDE	TYPE D'EAUX	EXPOSITION
Stevenson [5]	1953	États-Unis	Longitudinale prospective	Rivière et lac	Baignade (nage)
Dufour [6]	1984	États-Unis	Longitudinale prospective	Lac	Baignade (tête immergée)
Cabelli [7]	1973-1978	États-Unis	Longitudinale prospective	Mer	Baignade
Seyfried [8,9]	1980	Canada	Longitudinale prospective	Lac	Baignade
Zmirou [14]	1986	France	Longitudinale rétrospective	Rivière	Baignade
Van Asperen [10]	1998	Pays-Bas	Longitudinale prospective	Rivière	Nage
LaRue (cité dans [3])	1995	Québec	Longitudinale prospective	Fleuve	Baignade
Fewtrell [11]	1992	Royaume-Uni	Longitudinale prospective	Rivières	Canoë en eaux vives
Dewailly [12]	1984	Québec	Longitudinale prospective	Fleuve	Planche à voile
Kosatsky (cité dans [18])	1999	Québec	Longitudinale prospective	Fleuve	Planche à voile
Kosatsky (cité dans [3])	1997	Québec	Longitudinale prospective	Rivière	Descente de rivière
Fewtrell [13]	1994	Royaume-Uni	Longitudinale prospective	Eaux douces et saumâtres	Canoë et aviron

1.3.2 Activités de baignade

Les premières études épidémiologiques rendues publiques en Amérique du Nord ont été réalisées par le *U.S. Public Health Service* [1]. Ces études, dirigées par **Stevenson**, portaient sur deux sites d'eau douce (Lac Michigan et rivière Ohio) et sur deux sites d'eau de mer [5]. Les affections relevées étaient des gastro-entérites et les seuls cas d'origine hydrique observés ont été sur le site de la rivière Ohio, pour des concentrations médianes en coliformes totaux (CT) de 2300 unités formant colonies (UFC)/100mL. Le site témoin présentait une eau à 37 CT/100 mL et le risque relatif (RR) obtenu était de 1.42 [1.09-1.86]¹. Les données ensuite recueillies au bord de l'Ohio pendant les années 60 ont fait apparaître qu'un niveau de 400 CF y correspondait au seuil de 2300

¹ intervalle de confiance à 95%

CT. Après application d'un facteur de sécurité, une recommandation de 200 CF/100 mL a été établie pour la baignade. Bien que la méthodologie des études de Stevenson ait été sévèrement critiquée, elles ont servi de fondement à la plupart des recommandations actuellement en usage [1].

Aux États-Unis, l'Environmental Protection Agency a par ailleurs effectué une série d'études épidémiologiques en eau de mer (**Cabelli**) et en eau douce (**Dufour**).

Les études de **Dufour** [6] ont porté sur la comparaison de 2 plages, dont une de bonne qualité microbiologique. Les analyses ont porté sur les coliformes fécaux, *E.coli* et les entérocoques. Les meilleures corrélations avec la survenue de syndromes gastro-intestinaux ont été obtenues pour *E. coli* et les entérocoques. Suite aux résultats obtenus, l'US EPA a proposé que, sur les plages en eau douce, la moyenne géométrique sur une période de 30 jours ne dépasse pas 126 *E. coli* /100mL ou 33 entérocoques/100mL. L'équation suivante concernant le risque « saisonnier » d'affection gastro-intestinale pour 1000 baigneurs (y) pour une concentration en *E. coli* de $x/100$ mL a alors été émise :

$$y = 9.40 (\log x) - 11.74$$

Cette formule de l'US EPA indiquerait donc un risque de 10 GI/1000 baigneurs pour une eau à 200 *E.coli*/100mL.

Les études menées par **Cabelli et al.** aux États-Unis entre 1973 et 1978 [7], même si réalisées en eaux marines, sont particulièrement intéressantes. D'une part car elles ont fixé une méthodologie largement reprise dans les études ultérieures et d'autre part car ces dernières n'ont fait que confirmer ou affiner ces résultats [19]. La « méthodologie style Cabelli » consiste en une étude longitudinale prospective, où les deux groupes baigneurs et non-baigneurs sont recrutés directement sur le lieu d'étude. Sont considérés comme baigneurs les personnes avec les cheveux mouillés. Les deux groupes sont ensuite contactés 7 jours après l'exposition, par téléphone, pour déterminer les taux d'attaque des pathologies.

Cette campagne sur plusieurs années a consisté en une série d'études longitudinales prospectives menées sur 6 plages à proximité de grandes villes aux Etats-Unis. Différents indicateurs microbiens ont été testés, et de tous, ce sont les streptocoques fécaux qui ont montré la meilleure corrélation avec les syndromes gastro-intestinaux, possiblement car leur survivance, supérieure à celle de CF en milieu hydrique, se rapprocherait de celle des virus, agents ici suspectés d'être à l'origine des troubles. A l'opposé, la corrélation était très faible avec les coliformes fécaux. Les relations linéaires obtenues montrent que les symptômes surviennent de manière significative à de très faibles teneurs en indicateur : taux d'attaque de 10/1000 pour des teneurs de 10 SF/100mL (RR de 2 par rapport aux non-nageurs et de 1.5 par rapport aux exposés à une eau à 1 SF/100mL). Une relation entre la fréquence des symptômes gastro-intestinaux et la distance des plages aux points de rejets d'eaux usées a aussi pu être mise en évidence.

Seyfried et al. ont réalisé durant l'été 1980 une vaste étude épidémiologique portant sur 10 plages de l'Ontario sélectionnées pour leur haute fréquentation et leurs différentes qualité d'eau [8,9].

Plus de 8000 personnes ont été interrogées suivant une méthodologie de type Cabelli. L'étude portait sur différents symptômes et paramètres d'exposition (baignade ou non, le cas échéant : durée de la baignade, immersion de la tête). La morbidité globale était de 69.9/1000 pour les baigneurs et de 29.5/1000 pour les non-baigneurs. Les symptômes les plus fréquemment déclarés étaient, par ordre d'importance décroissant, les problèmes respiratoires, les syndromes GI, les affections des yeux, des oreilles, de la peau et les manifestations allergiques. L'immersion de la tête n'est pas apparue comme un paramètre déterminant sauf pour les affections des oreilles. Par ailleurs, la qualité de l'eau et des sédiments était analysée suivant plusieurs paramètres : CF, SF, bactéries hétérotrophes, staphylocoques totaux et *Pseudomonas aeruginosa*. La concentration moyenne en CF dans l'eau respectait la réglementation ontarienne (100 UFC/100mL), cependant les concentrations étaient 8 fois supérieures dans les sédiments. Une régression logistique a mis en évidence un lien significatif entre la morbidité totale et les concentrations en CF, SF et staphylocoques totaux. Ces derniers montrent aussi un lien avec les affections de la peau et de yeux.

En France, une étude sur la rivière Ardèche a été réalisée durant l'été 86 par **Zmirou et al.** [14,20,21]. L'enquête longitudinale rétrospective a été menée auprès de 5 737 résidents de 8 centres de vacances. Seuls les baigneurs utilisant des plages où la qualité de l'eau était analysée ont été retenus pour le groupe des exposés. Les entrevues ont notamment mis en évidence des troubles digestifs plus fréquents chez les baigneurs : RR=2.4 [1.8-3.2]. Des régressions linéaires simples ont montré que l'indicateur le plus adapté à la prédiction du risque de gastro-entérite était les streptocoques fécaux. Le risque devenait significativement plus élevé dès le seuil de 20 SF/100mL. Les coliformes fécaux sont eux apparus être de bons prédicteurs du risque d'affections dermatologiques, probablement par la présence concomitante de tels pathogènes dans la rivière.

Une étude réalisée par **van Asperen et al.** aux Pays-Bas sur un groupe de triathlètes [10] s'est déroulée sur deux étés durant lesquels 827 triathlètes (nageurs) et 773 cyclistes (témoins) ont été suivis (étude prospective) pour différentes pathologies. Selon la définition d'un cas de gastro-entérite, 0.4-5.2% des triathlètes et 0.1-2.1% des cyclistes ont été malades (odds ratio : 1.6-2.3). Le taux d'attaque augmentait significativement chez les nageurs par rapport aux non-nageurs pour une concentration moyenne en coliformes thermotolérants $\geq 220/100\text{mL}$ et en *E. coli* $\geq 335/100\text{mL}$.

Enfin, un projet pilote a été réalisé au Québec au cours de l'été 1995 sur 20 plages du fleuve Saint Laurent, dont deux dans le secteur de Montréal, par **LaRue et al.** [3]. Au cours des 10 jours ayant suivi leur contact avec l'eau, 5 des 89 baigneurs (soit 6%), ont éprouvé des problèmes de santé, tandis qu'aucun non baigneur n'a déclaré de symptômes pouvant être associés à la baignade en eau polluée. Deux de ces baigneurs avaient fréquenté une plage considérée de qualité « excellente » par le Ministère de l'Environnement (MENV) ($< 20\text{ CF}/100\text{mL}$) tandis que les 3 autres s'étaient baignés en eau « polluée » ($> 200\text{ CF}/100\text{ mL}$). Pour les symptômes gastro-intestinaux, 3 personnes sur 31 ayant fréquenté une plage de mauvaise qualité bactériologique en ont souffert, tandis que seule 1 personne parmi le groupe « non-baigneurs + baigneurs en eau propre » a été affectée. Malgré le petit nombre

de personnes ayant participé à l'étude, les résultats semblent indiquer une morbidité plus forte chez les personnes exposées à une eau contaminée.

Bilan : Les différentes études montrent une augmentation de la survenue de différentes pathologies lors de la baignade dans des eaux contaminées. Des risques significatifs sont apparus pour des eaux faiblement contaminées, souvent pour des valeurs en indicateur (SF, entérocoques, CF) inférieures à la réglementation. Les symptômes les plus fréquemment rapportés sont les affections gastro-intestinales, avec des RR de 1 à 4 selon les études par rapport aux non-baigneurs ou aux baigneurs en eau « propre ». Notons que les études comparant un groupe de non-baigneurs à un groupe d'exposés à une eau de mauvaise qualité microbiologique ne permettent pas de faire la différence entre les impacts sanitaires dus à l'exposition à l'eau elle-même et ceux dus spécifiquement à sa contamination microbiologique. Des symptômes peuvent en effet se déclarer après exposition à une eau non contaminée, par choc thermique, infection pré-existante ou irritation chimique [11]. Les résultats n'en sont pas moins intéressants pour évaluer l'impact sanitaire global de la pratique d'activités récréatives en eaux polluées. Ce type d'étude pose également le problème de l'homogénéité des deux groupes. En effet, le groupe de référence est souvent constitué de non-baigneurs recrutés sur les plages : il est alors possible que le choix des personnes de se baigner ou non repose en partie sur un état de santé différent. De plus les non-baigneurs, peuvent aussi être exposés aux contaminants microbiologiques par transfert de l'eau à l'air ou au sable. Plusieurs de ces facteurs de confusion peuvent amener à sous-estimer le véritable risque auxquels s'exposent les baigneurs.

Le critère d'exposition généralement retenu a été l'immersion de la tête dans l'eau.

L'étude de Seyfried et al. [8,9] a montré une concentration en coliformes fécaux 8 fois supérieure dans les sédiments que dans l'eau. Aussi les enfants apparaissent comme une population doublement à risque : non seulement leur système immunitaire est plus fragile, mais ils se baignent généralement plus longtemps, dans des endroits peu profonds où l'eau stagne et leur comportement les amène souvent à jouer avec les sédiments.

1.3.3 Activités récréatives de contact primaire

L'étude longitudinale prospective de **Fewtrell et al.**, menée durant l'été 1992 en Grande-Bretagne, visait à comparer la survenue de problèmes de santé chez des pratiquants de canoë en eau vive [11]. Le suivi s'est opéré sur deux sites, le site A, alimenté par une rivière de plaine objet de rejets d'effluents urbains et d'assez mauvaise qualité (285 CF/100mL), et le site B, alimenté par une rivière de plateau et de meilleure qualité microbiologique (22 CF/100mL). Les mesures de SF et staphylocoques totaux étaient par ailleurs les mêmes aux deux sites (de l'ordre de 10 UFC/100mL) mais le site A était contaminé par des entérovirus.

Un groupe de non-exposé a aussi fait l'objet du suivi.

Des différences significatives ont été obtenues pour différentes pathologies entre les deux groupes de canoéistes : RR de 3.53 [1.13-11.03] pour les syndromes GI et de 1.76 [1.31-2.37] pour

les états grippaux et maux de gorge. Par ailleurs la comparaison entre les exposés du site A et les non-exposés est aussi significative pour les symptômes grippaux (RR =2.41 [1.68-3.45]), les problèmes respiratoires (RR =2.42, [1.55-3.79]), et les gastro-entérites (RR =4.25 [2.6-6.94]).

Les auteurs suggèrent d'utiliser plutôt les entérovirus comme indicateur de qualité des eaux.

Durant l'été 1984, **Dewailly et al.** ont réalisé une étude lors d'une compétition de planche à voile dans la Baie de Beauport (région de Québec) [12]. Les 79 exposés retenus pour l'étude étaient des compétiteurs ayant été exposés à l'eau durant les 9 jours de la compétition, tandis que la population de référence était constituée de 41 employés présents sur le site le dernier jour de la compétition. La campagne d'échantillonnage de l'eau a montré des teneurs en CF et SF fréquemment supérieures à la limite acceptable, et la concentration en CF a été évaluée à 1000 UFC/100mL au moment des courses (modélisation à marée haute). Le suivi après 9 jours a montré un risque relatif de 2.9 pour la survenue d'un au moins des symptômes suivants : otite, conjonctivite, infection cutanée et gastro-entérite ainsi qu'un RR de 5.5 pour les seuls symptômes GI. Par ailleurs, l'étude a révélé que le risque général augmentait avec le nombre de chutes à l'eau. Tous les concurrents (10) étant tombés plus de 30 fois à l'eau au cours de la compétition ont développé des symptômes. De même, 44% des concurrents ayant chuté entre 0 et 10 fois dans l'eau ont aussi développé des symptômes. Les auteurs recommandent l'application des critères relatifs à la baignade pour de telles activités de contact avec l'eau

Une autre étude, menée par **Kosatski et al.** dans la région de Montréal, a elle aussi cherché à évaluer le risque encouru par les véliplanchistes [18]. Au total, 422 véliplanchistes pratiquant leur sport autour de l'île de Montréal ont été comparés à 144 véliplanchistes des Laurentides et à 349 autres sportifs (cavaliers et cyclistes de montagne) en tant que groupe témoin. Les variables étudiées tenaient compte de la teneur en coliformes fécaux au site, du nombre d'années d'expérience, de la durée de l'activité, du nombre de chutes et du nombre de fois où le sportif a ingéré de l'eau. Les résultats ont montré que les diarrhées et les maux d'oreille augmentaient légèrement après la pratique de l'activité. Les symptômes ne semblaient pas être fonction de la durée de l'activité, mais les maux d'oreilles augmentaient avec le nombre d'immersion dans l'eau. Par ailleurs, aucun lien n'a pu être établi entre l'augmentation relative de la survenue de diarrhée et la concentration en CF et/ou l'intensité de l'activité.

L'équipe de **Kosatski et al.** a aussi mené une étude lors d'un événement de descente de rivière [3]. Un lien a été observé entre l'incidence de diarrhées et le nombre de descentes de la rivière, pour laquelle les analyses microbiologiques montraient une concentration en CF légèrement supérieure à 200 UFC/100mL.

Bilan : Pour toutes ces études concernant des activités nautiques de contact primaire, une augmentation des syndromes intestinaux après la pratique de l'activité est rapportée. Des syndromes grippaux et des maux d'oreilles sont aussi mentionnés.

L'immersion dans l'eau apparaît être le facteur d'exposition déterminant. Les résultats se rapprochent alors de ceux obtenus pour les études portant sur la baignade, avec des RR de 4 [12] ou 5 [11] par rapport aux non exposés. Les auteurs recommandent l'application des critères relatifs à la baignade pour de telles activités de contact avec l'eau.

Les sportifs débutants pour des activités telles que la planche à voile, le ski nautique, la motomarine, etc... sont plus à même de chuter et apparaissent donc comme une population à risque. De plus les résultats obtenus ici proviennent d'études menées auprès de sportifs confirmés, et donc probablement des personnes en bonne santé. Un risque plus élevé peut être attendu en population générale.

1.3.4 Activités de contact secondaire

Peu d'études ont été réalisées concernant les contacts de type secondaire. L'étude majeure est celle de **Fewtrell et al.** menée sur une période de 10 mois et couvrant 4 événements sportifs : 2 marathons de canoë en eaux douces (sites de Branbur et Gailey) et 2 régates d'aviron en eau saumâtre (sites de Appledore-Inston et Bideford) [13].

Le suivi des sportifs (plus de 100 à chaque événement) et du groupe de non-exposés (des spectateurs) était réalisé par questionnaires. L'analyse de l'eau portait sur les CF, SF, staphylocoques, *P. aeruginosa*, *Salmonellae*, entérovirus, et les kystes de *Cryptosporidium*.

P. aeruginosa, *Salmonellae*, et *Cryptosporidium* n'ont été retrouvés sur aucun site. Des entérovirus ont seulement été isolés à Bideford. Les deux sites d'eau douce présentent des qualités similaires. Pour les sites en estuaire, les résultats étaient plus contrastés. Le tableau 2 résume ces résultats.

Tableau 2 - Moyenne géométrique des différents indicateurs bactériens (UFC/100mL)

	SITES	COLIFORMES FÉCAUX	STREPTOCOQUE S FÉCAUX	STAPHYLOCOQU ES TOTAUX	<i>Ps.</i> <i>AERUGINOSA</i>
Eau douce	Bandury	547	36	30	2
	Gailey	675	61	7	2
Eau saumâtre	Appledore	62	13	59	12
	Bideford	4613	528	16	12

L'étude n'a pas mis en évidence de pathologies sérieuses liées à l'exposition. On ne retrouve aucune différence significative pour les survenues de pathologies 5 à 7 jours après l'exposition entre les groupes d'exposés aux sites d'eau douce et de non-exposés, de même qu'entre ces deux sites. Il en va de même aux sites d'eau saumâtre, les différences ne sont que minimales entre ces 2 sites contrastés.

Cependant, le sous-groupe d'exposés déclarant avoir avalé de l'eau (chavirement ou éclaboussures), et qui représente 16% des exposés en eau douce et 6% en estuaire, présente des différences notables après 5 à 7 jours. Le risque d'affections cutanées, gastro-intestinales ou des voies respiratoires est apparu significativement plus élevé. Les risques relatifs (ingestion/non-ingestion) étaient de 2.2 [1.35-3.58] pour les symptômes gastro-intestinaux et de 1.75 [1.32-2.32] pour la catégorie « tout symptôme ».

Bilan

Les atteintes à la santé étaient minimales pour les eaux étudiées. Des eaux modestement polluées pourraient donc être utilisées pour les activités de contact restreint. Cependant, le risque augmente avec l'ingestion d'eau. Les débutants, plus susceptibles de chavirer, constituent donc un groupe à risque.

On peut s'attendre à plus d'éclaboussures si le sport est pratiqué en eau vive, une réglementation plus sévère serait alors à envisager, et l'on rejoint les résultats des études portant sur les contacts primaires.

1.4 Bilan de l'étude bibliographique

Les différentes études présentées ici font état d'une augmentation significative (RR de 1 à 5) de la survenue de différentes pathologies lors de la pratique d'activités récréatives en eau douce contaminée. Beaucoup d'études se sont penchées sur la baignade. Cependant, toutes les activités provoquant un contact avec l'eau sont à prendre en compte (planche à voile, ski nautique, moto-marine, canoë en eaux vives). La pêche sportive n'a fait, à notre connaissance, l'objet d'aucune étude épidémiologique concernant les risques associés au contact direct avec l'eau², mais on peut penser que le risque pourrait être rapproché de celui rapporté par l'étude de Fewtrell et al. sur les contacts secondaires (canot en eau calme).

Par ailleurs, les deux populations à risque qui se détachent de ces études sont les enfants et les sportifs débutants.

Il ressort également de cette revue bibliographique un risque significatif pour de très faibles teneurs en germe indicateur. L'indicateur microbien le plus souvent cité comme bon évaluateur des risques sanitaires en eau douce est les streptocoques fécaux et les études s'accordent pour donner un seuil de risque significatif assez bas :

-Dufour [6] : 33 SF/100mL

-Zmirou [14] : 20 SF/100mL

(-Cabelli [7] : 10 SF/100mL en eau marine)

Ces faibles valeurs sont par ailleurs susceptibles de poser des difficultés de métrologie.

Les autres indicateurs cités comme bons évaluateurs du risque microbiologique sont les CF et *E.Coli*. Là encore, des risques significatifs ont été obtenus pour de faibles teneurs en indicateur, souvent inférieures aux critères recommandés par Santé Canada pour la baignade (200 UFC/100 mL). Ainsi, quel que soit l'indicateur retenu, les études convergent pour donner un risque significatif pour un contact direct avec une eau relativement peu contaminée. Une surveillance serrée de la qualité de l'eau s'avère donc nécessaire.

² un contact permanent avec l'eau est tout de même rapporté comme facilitant les infections à leptospires par des études françaises [22].

En outre, les pathogènes présents dans chaque milieu diffèrent, ainsi que leur rapport de concentration aux indicateurs de contamination. De plus, leurs survies respectives vont dépendre du milieu. Ainsi, les résultats obtenus pour chacune des études correspondent à un milieu spécifique, et même si des tendances générales se dégagent, il apparaît difficile d'établir une relation dose-réponse valable pour toutes les eaux naturelles. Il s'agit donc de prendre en compte les spécificités de chaque lieu.

2 Le contexte de l'étude

Cette section présente le cadre géographique, institutionnel et réglementaire, ainsi que le contexte d'usage dans lequel se déroule notre étude sur les eaux récréatives de la Rivière des Mille-Îles.

2.1 Présentation de la rivière des Mille-Îles

2.1.1 Localisation et hydrographie

La région de Laval est un archipel situé au sud ouest du Québec, au cœur de la vallée du Saint Laurent. Cette région est entourée par les régions de Montréal au sud, des Laurentides au nord-ouest, de Lanaudière au nord-est. L'île Jésus, la plus grande île, est entourée de la rivière des Mille-Îles au nord et de la rivière des Prairies au sud. Ces deux rivières sont issues du Lac des Deux Montagnes dont les eaux proviennent majoritairement de la rivière des Outaouais. En effet, la rivière des Outaouais se jette entièrement dans le Lac des Deux-Montagnes, qui à son tour envoie 50% de son débit annuel moyen dans la Rivière des Prairies, 9% dans la rivière des Mille-Îles, et 41% dans le Lac Saint-Louis (vers le Fleuve Saint-Laurent) [23]. L'eau séjourne en moyenne trois jours dans le lac des Deux-Montagnes dont la profondeur relativement faible varie entre 0 et 6m. Une carte de l'hydrographie du secteur est fournie en annexe B1.

La rivière des Mille-Îles s'étend d'est en ouest sur une distance de plus de 36 km, du Lac des Deux Montagnes au fleuve Saint Laurent. Les municipalités riveraines de la rivière des Mille-Îles regroupent une population de plus de 388 000 habitants. La rive sud correspond à la ville de Laval tandis que différentes villes se situent sur la rive nord : Deux-Montagnes, St-Eustache, Boisbriand, Rosemère, Ste-Thérèse, Lorraine et Bois-des-Filion (région des Laurentides) ainsi que Terrebonne et Lachenaie (région de Lanaudière) (Annexe B2). Les plus peuplées sont Laval (330 393 habitants en 1996, dont 60 000 dans le secteur des Mille-Îles), Terrebonne (42 214) et Saint-Eustache (39 848) [18].

2.1.2 Ressource hydrique [24]

La rivière des Mille-Îles, a un lit dont la largeur varie de 300 à plus de 1300 m. La rivière est divisée en quatre unités physiographiques : le secteur des lacs, l'archipel Sainte-Rose, le secteur des rapides (aussi appelé archipel de Terrebonne) et le secteur du couloir navigable. L'archipel de Sainte Rose (une trentaine d'îles), d'une longueur d'environ 5 km, constitue le cœur des activités que l'on retrouve sur la rivière. Ce secteur est compris entre l'autoroute A-13 et les rapides de Terrebonne. C'est le milieu le mieux préservé de la rivière mais de fortes pressions de développement s'y exercent aussi.

La rivière est en général peu profonde et les pentes sont douces à proximité des rives. Dans les secteurs calmes, la profondeur moyenne est de 3m et la vitesse d'écoulement des eaux y est de 1 m/s tandis que dans les secteurs de rapides, la profondeur est généralement inférieure à 1m et les vitesses de l'ordre de 3m/s.

Les débits de la rivière sont très variables, les valeurs moyennes montrent un rapport 4:1 entre les mois d'avril et de septembre (respectivement 560 et 140 m³/s); le débit moyen sur la période 1961-1996 était de 218 m³/s [25]. Le gouvernement a construit, il y a quelques années, en amont de la rivière, le barrage du Grand Moulin. Il s'agit d'un ouvrage de régulation des débits dont le but est de réduire les inondations le long du parcours de la rivière. Les routes patrimoniales, qui bordent la rivière au nord et au sud, suivent les limites naturelles de la plaine inondable, urbanisée à plus de 75% sur la rive nord et à plus de 65% à Laval. En outre, le développement urbain des 30 dernières années a entraîné la canalisation de cours d'eau, l'artificialisation des rives et le remblayage d'une bonne partie des plaines inondables et des milieux humides [26].

2.2 Usages et réglementation

2.2.1 Usages

La ville de Laval est la deuxième ville la plus peuplée du Québec après Montréal. C'est une région essentiellement urbaine, avec un secteur agricole (25% du territoire) dans l'est de l'île principalement et des activités industrielles et manufacturières au centre. Les communes de la rive nord sont elles aussi essentiellement urbaines. Les forêts (privées pour la plupart) couvrent par ailleurs une part importante des territoires des rives nord et sud. L'irrigation est peu pratiquée (elle ne concerne que 17% des terres agricoles à Laval et moins de 3% dans les Laurentides) et ne serait pas alimentée par les eaux de la rivière. A notre connaissance, aucune usine ne prélève d'eau directement dans la rivière, elles sont alimentées par le réseau d'eau potable.

La rivière compte en effet cinq prises d'eau raccordées aux usines de filtration de St-Eustache, Ste-Thérèse, Ste-Rose (Laval), Rosemère et Terrebonne. Les prises d'eau sont situées en profondeur, près du centre du lit de la rivière. Au total, plus de 300 000 personnes sont desservies par un réseau d'eau potable s'alimentant dans la rivière des Mille-Îles.

D'autre part, différents rejets s'opèrent dans la rivière. Depuis cette année 2000, toutes les municipalités bordant la rivière sont équipées d'une filière d'assainissement des eaux usées. La rivière ne compte pas moins de 8 émissaires de station d'épuration, plus un immédiatement en amont (Deux-Montagnes). D'amont en aval, ce sont les villes de Deux-Montagnes, Saint-Eustache, Laval (2), Boisbriand, Sainte-Thérèse, Rosemère, Terrebonne et Lachenaie qui rejettent leurs eaux usées traitées dans la rivière des Mille-Îles. Toutes les municipalités étant maintenant équipées d'une filière de traitement, les rejets bruts dans le milieu ne sont plus dus qu'aux épisodes de by-pass aux stations, aux surverses au niveau du réseau et aux dysfonctionnements divers. Les systèmes de collecte des eaux pluviales se déversent aussi dans la rivière.

Les points de prise d'eau ainsi que les émissaires des stations d'épuration sont localisées sur les cartes A à K de l'annexe C.

Enfin, la rivière est le siège de nombreux usages récréatifs, gagnant sans cesse en popularité. La baignade y est interdite, mais de nombreuses activités nautiques sont proposées. Ces usages seront décrits plus précisément dans la section 2.3.1.

2.2.2 Qualité microbiologique des eaux : surveillance et réglementation

Actuellement, aucun site sur la rivière ne fait l'objet de baignade autorisée et la rivière des Milles Îles n'est pas incluse dans le programme de surveillance des plages du Ministère de l'Environnement. Cependant la qualité de l'eau, suivant plusieurs paramètres physiques, chimiques et microbiologiques (coliformes fécaux), est périodiquement analysée par le programme « Réseau-Rivière » du Ministère de l'Environnement. Ce suivi s'effectue à un nombre de stations et une fréquence variant chaque année. Pour le moins, deux stations principales et une station témoin sont échantillonnées une fois par mois tout au long de l'année.

Par ailleurs, aux prises d'eau brute des usines de filtration, un suivi de la qualité de l'eau est effectué en continu sur différents paramètres importants pour cet usage. Il s'agit notamment des coliformes totaux pour ce qui est du volet bactériologique. Cette surveillance est une responsabilité qui relève des municipalités.

La contamination microbienne constitue un paramètre essentiel de qualité des eaux, notamment pour les usages de contact. Différents microorganismes (bactéries, virus, parasites) sont susceptibles d'être trouvés dans l'eau. Parmi eux, il existe des micro-organismes pathogènes qui peuvent mettre en danger la santé humaine lors des différents usages. Devant l'impossibilité de faire la mesure de chacun des germes pathogènes, et compte tenu de leur origine fécale prédominante, on fait appel à un *indicateur de contamination fécale* afin d'évaluer la contamination microbiologique des eaux. On choisit ainsi une bactérie ou un groupe de bactéries non-pathogène, présente en grande quantité dans les matières fécales. La présence de quantités élevées de ces bactéries dans le milieu aquatique est l'indication d'une contamination fécale pouvant entraîner la présence de germes pathogènes intestinaux [1].

Selon les usages et les risques associés pour la santé, différents germes témoins peuvent être sélectionnés. Le gouvernement canadien, dans l'élaboration des Critères de qualité de l'eau de surface [29] a retenu les coliformes fécaux comme indicateur de qualité bactérienne. Les valeurs retenues pour différents usages sont exposées dans le tableau 3.

Les recommandations émises par Santé et Bien-Être Social Canada en 1992 [1] et le MENVIQ en 1990 pour la baignade portent sur une limite de 200 CF/100mL. Ce seuil est généralement retenu pour les activités dites de contact primaire (baignade, planche à voile) tandis que le critère de 1000 CF/100 mL est lui utilisé pour les activités de contact secondaire (pêche sportive, canotage).

Tableau 3 : Critères de qualité microbiologique (coliformes fécaux) des eaux de surface pour différents usages. Sources : Critères de qualité de l'eau de surface au Québec, Ministère de l'Environnement [http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm, 28, 29],

USAGE	CRITÈRE (UFC/100 mL)	COMMENTAIRE
Prise d'eau brute pour alimentation en eau potable	1000 CF	Critère applicable si traitement complet de potabilisation : floculation, filtration, désinfection.
Baignade et activités de contact primaire en eau douce	200 CF [28] <i>Classification des plages autorisées (eaux douces) :</i> A : 0-20 CF./100 mL B : 20-100 CF/100 mL C : 100-200 CF/100 mL D : >200 CF/100 mL	Pour la surveillance des plages publiques : la moyenne géométrique de minimum 6 échantillons prélevés en même temps ne doit pas dépasser 200 UFC/100mL et pas plus de 10% des éch. ne doit excéder 400 UFC/100mL. Si moins de 10 éch. sont prélevés, pas plus d'un éch. ne doit excéder 400 UFC/100 mL.
Activités de contact secondaire (pêche, nautisme léger)	1000 [29]	La moyenne géométrique de 5 échantillons au moins, prélevés sur max 30 jours ≤ critère
Irrigation agricole *	100 CF/100 mL [28] 1000 CT/100 mL [28] Actuellement aucun critère réglementaire n'est retenu pour cet usage	Recommandations provisoires émises en 1987 par un groupe de travail
Approvisionnement en eau industrielle (boissons et aliments)	« Qualité bactériologique approuvée » [28]	Valable pour les eaux de lavage et les eaux de préparation

2.3 Usages et usagers de la rivière des Mille-Îles

2.3.1 Sites d'usages récréatifs

Les berges de la rivière ont eu, par le passé, une large vocation récréotouristique avec notamment des plages publiques dans les quartiers de Sainte-Rose, Laval, Auteuil. Actuellement, l'organisation non gouvernementale Éco-Nature œuvre à protéger et mettre en valeur la rivière. Elle gère notamment le Parc de la rivière des Mille-Îles où diverses activités récréatives et d'observation de la nature sont proposées à la population. La baignade demeure interdite, mais le cadre de la rivière attire de nombreux promeneurs et adeptes d'activités nautiques. Les usages principaux sont localisés au niveau du Parc de la Rivière des Mille-Îles ; les activités majeures pratiquées y sont : le canoë, le Pédalo, le kayak. L'été passé, le Parc enregistrait une fréquentation de plus de 100 000 personnes. Chaque été, une traditionnelle descente en canot sur la rivière réunit plus de 1000 canoteurs. Par ailleurs, les rampes de mise à l'eau localisées tout le long de la rivière constituent des accès très prisés par le public et permettent notamment aux adeptes de moto- marine, ski nautique, canoé, kayak, bateau-moteur, planche à voile, etc. de venir pratiquer leur activité sur la rivière. Les quais et les berges accessibles au public sont fréquentés par des pêcheurs et promeneurs. Il n'est pas rare d'y voir des enfants se tremper les pieds dans l'eau.

Sur la rive sud, on retrouve des berges principalement dans les secteurs des Lacs et de l'Archipel de Sainte-Rose. D'amont en aval, 5 plages historiques restent encore très fréquentées pour

des activités de plein-air : la Berge aux Quatre-Vents et la Berge des Goélands (quartier Laval-Ouest), la Berge des Baigneurs (vieux Sainte-Rose) et la Plage Idéale (Auteuil). La berge des Baigneurs possède un quai public multi-fonction et constitue le point de mise à l'eau le plus utilisé sur la rive sud de la rivière. La ville de Laval recense également pour les activités de loisir un quai avec mini-yacht club et une marina dans le secteur de Sainte-Rose et une marina à l'est de l'île, à hauteur de Terrebonne. Les rapides de Terrebonne permettent des descentes en eau vive, et un club de canoë-kayak existe dans le secteur

Le profil escarpé de la rive nord limite les accès à la rivière, mais quelques berges existent tout de même et l'on trouve des rampes de mise à l'eau ainsi que des parcs publics en bordure de rive. Un des sites les plus fréquentés est le parc Charbonneau à Rosemère.

La population demande par ailleurs la réouverture des plages. Le potentiel récréotouristique qui serait dégagé est estimé à 1 500 000 personnes/année par la Corporation de mise en valeur de la rivière des Mille-Îles.

2.3.2 Population exposée

Dans le cadre du "projet d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles" des DSP de Laval et des Laurentides, une enquête terrain a été réalisée durant l'été 1999 afin d'évaluer les habitudes, comportements et connaissances des personnes fréquentant les parcs à proximité de la rivière des Mille-Îles sur trois risques à la santé : l'exposition aux rayons du soleil, à l'eau contaminée et la sécurité nautique. Cette enquête a été réalisée auprès de 1200 personnes, principalement sur le site du Parc de la Rivière des Mille-Îles.

Les conclusions de cette étude sur le volet «contacts avec une eau impropre » sont les suivantes [26]:

- La moitié des répondants affirme avoir déjà été en contact avec l'eau de la rivière. 88% d'entre eux l'ont été sans immersion de la tête.
- Les contacts partiels (60%) étaient dus à la pratique d'activités récréatives, aux éclaboussures et aux activités de nettoyage. Les contacts plus globaux étaient occasionnés par des baignades ou des désirs de se rafraîchir. Pour 16% des répondants, le contact s'est limité aux pieds et aux mains.
- Seul 25% des personnes déclarant avoir été en contact avec l'eau ont pris des précautions (lavage des mains ou douche) après leur contact.
- 3% des personnes interrogées déclarent avoir été personnellement malades suite à un contact avec l'eau de la rivière, et presque 10% connaissent des gens dans leur entourage qui l'ont été. Les maladies les plus fréquemment citées sont les suivantes : infections cutanées (dont dermatites), et gastro-entérites.
- La population est très peu informée et ne cherche généralement pas à l'être sur la qualité de l'eau. Les critères utilisés pour apprécier sa qualité sont la couleur et l'odeur. La pancarte interdisant la baignade est très peu remarquée, la population l'interprète plutôt comme une protection contre la noyade et les poursuites judiciaires.

Par ailleurs, les observations directes sur le terrain ont permis de noter que presque toutes les personnes pratiquant une activité nautique entrent effectivement en contact avec l'eau (alors que seulement 50% déclarent y avoir été). Recevoir des éclaboussures, toucher l'eau pour vérifier sa température, ramasser quelque chose sur/dans l'eau sont autant de moyens d'entrer en contact avec l'eau qui ne sont pas toujours mémorisés. De nombreux petits enfants ont par ailleurs été observés en train de se baigner sur le bord des rives.

Des sorties en canot avec des classes d'enfants nous ont permis de voir que leur contact avec l'eau est fréquent lors de la pratique d'une telle activité. Notamment par les éclaboussures et l'envie de toucher l'eau « pour voir ». De plus les activités de découvertes lors des sorties en canot incluent la pêche avec de petits filets à mains depuis le canot, ce qui s'avère être une excellente occasion pour les enfants de mettre les mains dans l'eau. Le contact s'étend notamment au visage par les gestes mains-bouche ou mains-cheveux. De plus ils ne pensent pas spontanément à se laver les mains suite à leur activité, et l'exposition peut donc se poursuivre par la suite, par exemple en contaminant leur sandwiches.

A ce jour, la DSP de Laval n'a enregistré aucune éclosion infectieuse concernant des activités de contact dans la rivière des Mille-Îles. Rappelons cependant que les atteintes à la santé dues à la pratique d'activités récréatives font l'objet de sous-déclaration auprès des autorités sanitaires.

Bilan

Il existe donc actuellement une large population exposée à l'eau de la rivière des Mille-Îles. Cette population n'a pas toujours conscience des risques concernant le contact avec une eau de mauvaise qualité bactériologique.

Des contacts légers existent pour une très large partie des usagers de la rivière (contacts secondaires), tandis que 10% d'entre eux déclarent avoir été en contact global avec l'eau. Des contacts plus directs sont aussi rapportés pour les sportifs et les enfants.

La rivière jouit déjà d'une bonne popularité, et si des plages étaient amenées à être ouvertes, un fort achalandage est attendu. La population exposée serait donc très large.

3 Problématique et méthodologie

3.1 Problématique et enjeux

La rivière des Mille-Îles évolue dans un contexte rural et urbain assez développé. Elle constitue par ailleurs un patrimoine écologique et récréo-touristique fort apprécié. Les activités nautiques récréatives y sont populaires et l'éventuelle réouverture des plages amènerait à une forte fréquentation.

Or, la revue bibliographique des études épidémiologiques montre que la pratique d'activités récréatives dans des eaux naturelles microbiologiquement contaminées n'est pas exempte de risques pour la santé. Aussi, une connaissance approfondie de la qualité des eaux de la rivière est apparue nécessaire afin de statuer sur ces risques et sur le potentiel de baignade de la rivière.

Par ailleurs, le suivi traditionnel de la qualité des eaux récréatives, par un indicateur bactérien de contamination fécale, pose le problème du délai de retour des analyses. Nous avons donc souhaité nous orienter vers la mise au point d'un outil environnemental prédictif de la qualité microbiologique des eaux, qui permettrait une évaluation en temps réel des niveaux d'exposition auxquels sont soumis les usagers.

Les enjeux d'un tel travail sont à la fois d'ordre économique, environnemental et sanitaire. En effet, une meilleure connaissance des sources de pollution et de la nature de la contamination permettra une meilleure gestion et préservation des eaux de la rivière des Mille-Îles. Les réalisations récentes réalisées en matière d'assainissement vont pouvoir être évaluées et d'éventuels dysfonctionnements repérés. Enfin, la mise au point d'un outil d'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau permettra d'établir une surveillance des niveaux d'exposition auxquels sont soumis les usagers, et par là même une meilleure gestion des usages récréatifs présentant le moins de risque pour la santé et les plus appropriés à l'environnement.

3.2 Méthodologie

Afin de caractériser la pollution microbiologique de la rivière, nous avons réalisé l'étude conjointe des sources de pollution potentielles et l'analyse des données sur la contamination microbiologique de la rivière. Nous avons mis en place une campagne de suivi microbiologique et environnemental orientée par les informations recueillies, et adaptée à nos objectifs sanitaires.

3.2.1 Identification des sources de pollution

L'identification des sources de pollution a eu comme support principal le rapport du Bureau d'Audience Publique sur l'Environnement (BAPE) concernant la consultation sur la gestion de l'eau réalisée durant l'année 1999 [30]. Nous avons également utilisé des documents préparatifs à cette consultation, dont les Portraits Régionaux de l'Eau réalisés par le Ministère de l'Environnement [25,31,32], afin d'obtenir des données plus détaillées sur les pressions de pollution urbaine, agricole et industrielle dans notre secteur d'étude.

Ces renseignements nous ont conduit à orienter nos recherches vers les sources de pollution urbaine et nous avons alors procédé à la collecte de données sur l'assainissement des municipalités riveraines de la rivière. Ces informations ont été obtenues par des contacts et des rencontres avec des personnes ressources au Ministère de l'Environnement (MENV), au Ministère des Affaires Municipales et de la Métropole (MAMM), et auprès du Service d'Ingénierie de la Ville de Laval.

3.2.2 Caractérisation de la contamination microbiologique de la rivière des Mille-Îles.

La caractérisation de la contamination, y compris dans ses dimensions spatio-temporelles, s'est effectuée à partir de deux types de données :

- les données historiques sur la qualité microbiologique des eaux de la rivière
- les résultats recueillis par la campagne de suivi de l'été 2000.

Une grande partie des résultats historiques utilisés proviennent de la banque de données constituée par les DSP de Laval et des Laurentides lors du projet d'évaluation et d'intervention de l'été 1999. À ces données, nous avons pu ajouter des données issues de la littérature [33,34] ou recueillies auprès d'organismes (MENV, Ville de Laval).

La campagne de suivi de l'été 2000 a été mise en place en collaboration avec différents partenaires : Ville de Laval, Communauté Urbaine de Montréal (CUM), Ville de Rosemère, MENV, Éco-Nature. La campagne d'échantillonnage a consisté en des analyses hebdomadaires de coliformes fécaux en différents points simultanément sur les deux rives de la rivière et en des analyses bi-mensuelles en milieu de rivière. Les caractéristiques de chacune des campagnes sont présentées dans la section des résultats.

Les stations de prélèvements ont été choisies en fonction des zones d'usage et de la localisation des principaux émissaires et points de surverse des réseaux d'égout sanitaires et pluviaux. Outre ces campagnes d'échantillonnage de l'eau, nous avons demandé aux usines de filtration puisant leur eau dans la rivière de réaliser des analyses de CF sur leurs eaux brutes. Nous avons également demandé aux responsables des usines d'épuration des eaux usées de nous fournir leurs données sur le suivi des surverses en réseau et leurs analyses microbiologiques sur effluents de station.

En outre, le MENV et Ville de Laval nous ont respectivement fourni en continu les mesures de débit quotidien de la rivière (à la station de Bois-des-Filions) et les relevés pluviométriques du secteur (pluviomètre de Laval-Ouest).

A partir de toutes ces données, nous avons cherché à établir le portrait de la qualité microbiologique des eaux de la rivière des Mille-Îles. Nous avons analysé les résultats de la campagne d'échantillonnage en continu, en les mettant en relation avec les diverses données environnementales.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide des logiciels Excel 97 et SPSS 8.0.

3.2.3 Recherche d'un outil prédictif de la qualité des eaux

Les contextes pluviométriques les plus favorables à la survenue de pointes de contamination ont été recherchés. Un programme informatique permettant l'extraction de données synthétiques des fichiers pluviométriques a été développé.

Les fichiers bruts étaient constitués de relevés donnant les heures où 0.1 mm de pluie ont été enregistrées par le pluviomètre de Laval-Ouest. Étant donné la faible quantité de pluie que 0.1mm représente, nous avons considéré cette chute comme ponctuelle, survenant à l'heure de bascule de l'enregistreur. Nous avons alors extrait pour chaque jour les quantités maximales de pluie tombées en 10 min, 30 min, 1h et 2 h glissantes.

4 Résultats

4.1 Sources de pollution microbiologique de la rivière des Mille-Îles

4.1.1 Types de pollution des eaux

Les eaux de surface peuvent présenter diverses formes de pollution : organique, toxique, microbienne et visuelle [40]. Les agressions subies proviennent des milieux urbains, agricoles ou industriels.

Le type de pollution dont fait l'objet ce mémoire est la pollution microbiologique.

4.1.2 Origines de la pollution microbienne

D'après l'hydrographie du secteur (annexe B1), les eaux de la rivière des Mille-Îles proviennent du lac des Deux-Montagnes. La qualité microbiologique de l'eau du lac des Deux-Montagnes est bonne : sa plage principale, la plage d'Oka, est actuellement classée en catégorie A par le MENV [36]. Ainsi, l'eau en amont de la rivière des Mille-Îles apparaît de bonne qualité, et ceci est confirmé par les bons résultats obtenus à la station témoin du Réseau-Rivière au niveau du barrage du Grand Moulin. Pour investiguer les facteurs de pollution microbiologique de la rivière, il faut donc s'intéresser aux contextes locaux et procéder à l'analyse du bassin versant de la rivière.

Les villes riveraines de la rivière des Mille-Îles regroupent une population de plus de 388 000 habitants. Rappelons que les régions bordant la rivière sont les régions de Laval, des Laurentides et de Lanaudière. Les régions sont habituellement découpées en Municipalités Régionales de Comté (MRC). Seule la région de Laval ne compte qu'une seule MRC. Les Laurentides comptent 8 MRC dont celles de Deux-Montagnes et de Sainte-Thérèse-Blainville qui touchent la rivière des Mille-Îles. Dans la région de Lanaudière, seule la MRC des Moulins borde la rivière.

Cette section présente les pressions de pollution les plus significatives dans le bassin hydrographique de la rivière, elles sont ici données dans le tableau 4.

Les trois vecteurs principaux de pollution, activités industrielles, agricoles et rejets urbains, sont détaillés dans les parties suivantes.

Tableau 4 – Synthèse des données de pression de pollution sur la rivière des Mille-Îles [25]

BASSIN	POPULATION TOTALE ¹	SUPERFICIE DU BASSIN (km ²)	SUPERFICIE CULTIVÉE (km ²)	CHEPTEL (u.a. par hectare cultivé)	INDUSTRIES AVEC REJET AU COURS D'EAU
Rive nord	324 463	n.a.	50	0.2	n.d.
Laval	63 566	n.a.	42	0.1	0

¹ : Recensement 1996 de Statistique Canada

n.d. : non disponible ; n.a. : non applicable

u.a. : unités animales, c'est à dire équivalent poids 500 kg (1 u.a. = 1 vache ou 125 poules ou 1500 cailles, etc.)

4.1.2.1 Sources agricoles

Les activités agricoles entraînent surtout une pollution en azote et phosphore, ainsi qu'une pollution en pesticides. Cependant, certaines pratiques agricoles sont aussi sources de contamination bactériologique [35]:

- les épandages excessifs ou inappropriés de lisiers,
- les déversements illicites de lisiers,
- les eaux de ruissellement en provenance de fermes où il y a une mauvaise gestion des fumiers (par exemple, un tas de fumier situé à proximité d'un fossé ou cours d'eau),
- les exfiltrations de fosse à purin.

Du côté de Laval, les activités agricoles ne sont pas très développées. Selon le Portrait Régional du MENV [25], la superficie cultivée drainée vers la rivière de Mille-Îles est de 42 km². Le cheptel lavallois, qui compte environ 1500 têtes (dont la moitié de bovins), correspond à 0.1 u.a./ha cultivé dans ce secteur. Près de 50% de la superficie exploitable est affectée à l'agriculture. L'activité principale est l'horticulture.

On peut donc penser que l'apport bactériologique ne sera pas des plus importants par les activités agricoles. L'épandage est limité et ne devrait pas poser de problèmes particuliers. Ceci n'écarte tout de même pas la possibilité d'une fosse à purin non correctement disposée et qui pourrait être une source de contamination locale importante. Le rapport du MENV précise que, pour cette région, « aucun problème n'est à signaler au niveau de la contamination des eaux souterraines ou des eaux de surface par les activités agricoles ».

Sur la rive Nord, l'agriculture est plus développée.

Pour la région des Laurentides (4.9% des fermes du Québec), le rapport du BAPE [30] indique que l'agriculture est surtout pratiquée dans la portion sud des Laurentides, de façon intense et variée. Le cheptel est essentiellement constitué de volailles et bovins. Dans cette région, 30% des entreprises agricoles se consacrent à la culture maraîchère et aux productions horticoles (pommiers et autres fruits), 22% à la production laitière et 18% à la production bovine. Le rapport précise également qu'étant donnée la rareté des élevages de porcs, la région ne rencontre pas de problèmes importants liés aux surplus de fumiers.

La région de Lanaudière est une région où l'agriculture est assez développée (6% des terres cultivées du Québec), surtout pour les cultures de fourrage et céréales pour l'élevage laitier. La production porcine y est la plus importante en unité animale. Cette région connaît des difficultés liées à l'épandage et à l'entreposage des fumiers, mais principalement dans des secteurs n'affectant pas la rivière des Mille-Îles. Cependant le rapport du BAPE fait état d'une forte pollution d'origine agricole de la rivière Mascouche (affluent de la rivière des Mille-Îles), notamment par une utilisation non adéquate des déjections des animaux. On peut donc s'attendre à une pollution microbiologique de ce cours d'eau, qui se jette dans la rivière des Mille-Îles sur le territoire de Terrebonne.

Tableau 5 – Portrait agricole des MRC bordant la rivière des Mille-Îles

MRC	Nb fermes	Cheptel (nombre d'individus)				Superficie (km ²)		
		Volailles	Bovins	Porcins	Ovins	Cultivée	Irriguée	Épandage de fumier
Laval	202	410	741	n.d.	305	50	9	4
Deux-Montagnes	362	116 402	4090	n.d.	n.d.	103	7	15
Sainte-Thérèse-Blainville	127	979	1263	n.d.	282	40	4	9
Des Moulins	150	670	2415	2265	416	52	3	9

4.1.2.2 Sources industrielles

Certains rejets industriels peuvent altérer la qualité microbienne des eaux réceptrices. De plus, la contamination peut être favorisée par la prolifération de bactéries dans les eaux de procédé. Par exemple l'espèce *Klebsiella sp* est capable de survivre et même de se reproduire dans des eaux riches en matières organiques. On peut ainsi la retrouver dans des secteurs de rejets d'effluents de pâte et papier et d'industries textiles. De même, des espèces bactériennes se développent dans des effluents d'industries agro-alimentaires [35].

À Laval, selon le Portrait Régional du MENV [25], tous les établissements du secteur secondaire du bassin versant de la rivière des Mille-Îles sont reliés au réseau d'égout [25]. Les usines possèdent en outre un système de pré-traitement des eaux avant rejet dans le réseau municipal. Cependant, le rapport précise que, selon les données les plus récentes du MENV (1995), les rejets de 27 établissements seraient susceptibles de créer directement ou indirectement un impact dans le système municipal (en raison de leur nature ou de leur qualité). Ces établissements sont pour la plupart sur le versant sud de l'île Jésus et donc reliés à la station de Lapinière, qui se rejette dans la rivière des Prairies. Pour le secteur de la rivière des Mille-Îles, beaucoup plus résidentiel, on ne compte que deux clients spéciaux pour la station d'épuration d'Auteuil, une industrie agro-alimentaire (conditionnement de cornichons) et l'usine de filtration de Sainte Rose.

Les portraits régionaux du MENV font état de 64 entreprises ayant des rejets d'eau significatifs dans la région de Lanaudière, dont 30 dans le secteur agro-alimentaire, 3 dans les pâtes et papiers et 2 dans le textile. Les industries textiles et de pâtes et papiers ont toutes complété leur programme d'assainissement (prétraitement pour les industries reliées au réseau d'égout et traitement complet pour celles déversant leurs effluents dans l'environnement), mais ce n'est vrai que pour 77% des industries agro-alimentaires. La MRC des Moulins est un des secteurs les plus industrialisés.

Pour la région des Laurentides, le Portrait Régional du MENV [31] recense 675 établissements industriels ou manufacturiers, dont 75 ont des rejets d'eau significatifs. Environ 60% d'entre eux étaient reliés à un réseau d'égout en 1995. De nombreuses industries se situeraient dans le secteur sud de la région. On note 26 établissements agro-alimentaires, 2 de pâtes et papiers et 2 dans le textile parmi les 75 établissements à impact significatif. Leurs rejets ne se font pas directement dans la rivière des Mille-Îles. Ces industries ont toutes complété leur programme d'assainissement sauf 3

industries agro-alimentaires. Précisons tout de même qu'une fromagerie rejette ses effluents, après traitement biologique, dans le lac des Deux-Montagnes. Cet effluent serait caractérisé par une forte charge organique

Nous n'avons malheureusement pas pu obtenir de données plus récentes et/ou plus précises concernant la nature et le lieu de rejets pour les différentes entreprises.

4.1.2.3 Sources urbaines

Les secteurs urbanisés peuvent engendrer une pollution microbienne importante des eaux de surface par une mauvaise gestion des eaux usées. Il s'agit le plus souvent de la source principale de contamination bactériologique. Il est ainsi très important de veiller à avoir une bonne connaissance du réseau d'assainissement dès lors que l'on veut s'intéresser à la pollution bactériologique d'un secteur. Les eaux usées sont non seulement porteuses de bactéries, mais aussi potentiellement de virus et parasites.

En 1991, la Direction de la qualité des cours d'eau du Ministère de l'Environnement publiait des cartes identifiant les principales sources de pollution des rivières des Mille-Îles et des Prairies [23]. Les rejets d'égouts pluviaux et les rejets d'égouts sanitaires étaient identifiés comme les principaux constituants de la pollution. Aujourd'hui, malgré les progrès réalisés en matière d'assainissement, il semble que l'assainissement soit toujours le problème majeur du secteur. Ainsi, selon le portrait régional de l'eau [25] « bien que les activités industrielles et agricoles soient présentes, les rejets urbains constituent, et de loin, la principale source de contamination des eaux ».

La rivière des Mille-Îles est en effet bordée sur ses deux rives de secteurs urbains. Ces villes riveraines ont pendant longtemps rejeté leurs eaux usées directement dans la rivière, ce qui constituait une source de contamination massive des eaux. Actuellement les municipalités sont toutes reliées à une station d'épuration. Cependant, ces usines sont pour la plupart encore en période de rodage, avec des dysfonctionnements fréquents. De plus les débordements du réseau en temps de pluie sont fréquents dans toutes ces municipalités, notamment par la forte proportion de réseau unitaire, et la rivière est ainsi contaminée par des rejets bruts. Enfin, ces stations n'ont pas encore obtenu l'avis de conformité du Ministère de l'Environnement sur la qualité de leurs effluents.

La rivière subit ainsi les rejets de 8 émissaires de stations d'épuration et de nombreux points de surverse le long de son cours. De plus, le rejet de la station d'épuration de la ville de Deux Montagnes se fait juste en amont de la rivière.

Par ailleurs les réseaux d'eau pluviale se déversent également dans la rivière, contribuant à augmenter sa charge microbiologique.

Pour comparaison, le tableau 6 donne un ordre de grandeur de la charge bactériologique de différents rejets urbains.

Tableau 6 – Qualité bactériologique moyenne de différents rejets en milieu urbain. Source : MENV, Direction des Études Aquatiques [35].

TYPE DE REJET	CONCENTRATION EN COLIFORMES FÉCAUX (UFC/100ML)
Eaux sanitaires non traitées (réseau séparatif)	$10^6 - 10^7$
Eaux de surverse (réseau unitaire)	$5 \times 10^5 - 10^6$
Eaux pluviales (réseau pluvial seulement)	10 000 – 20 000
Eaux sanitaires traitées	500 et +

4.1.2.4 Sources naturelles

Les animaux vivant à proximité des cours d'eau sont aussi une source de pollution bactériologique des eaux. Leurs matières fécales sont porteuses de nombreux germes, dont certains sont pathogènes pour l'homme. Ainsi les animaux sont par exemple vecteurs de parasites tels *Giardia lamblia* (castor par exemple) à l'origine d'infections intestinales, de bactéries telles *L. interrogans* qui provoquent la leptospirose (rongeurs notamment), ou de larves telles celles des schistosomes responsables de la dermatite du baigneur (goéland à bec cerclé) [22,35].

4.1.2.5 Sources endogènes ponctuelles

Enfin d'autres sources ponctuelles intrinsèques au site sont à rechercher lors de l'identification de sources de pollution. Un site proche d'une marina peut par exemple être contaminé par le rejet des eaux usées des bateaux, une plage ne possédant pas d'installation sanitaire adéquate peut être elle-même source de contamination, etc.

4.1.2.6 Bilan

L'étude des sources potentielles de contamination microbiologique de la rivière des Mille-Îles nous permet de dresser les conclusions suivantes :

- Les eaux alimentant la rivière sont de bonne qualité microbiologique en amont (barrage du Grand Moulin). Les sources de contamination sont à rechercher dans le contexte local.
- Agriculture : les activités agricoles du secteur de la rivière des Mille-Îles ne semblent pas être des vecteurs notables de contamination microbiologique, sauf pour le cas de la rivière Mascouche, tributaire de la rivière des Mille-Îles dans la région de Lanaudière.
- Industries : les municipalités riveraines possèdent maintenant toutes un réseau d'assainissement auquel sont reliées les industries. Les possibilités de pollution directe de la rivière apparaissent donc restreintes.

- Rejets urbains : ils apparaissent comme une source de contamination microbiologique majeure. La rivière subit de nombreux rejets sur son parcours : émissaires principaux, points de surverse et rejets pluviaux.

Ainsi les points de rejets des réseaux d'assainissement paraissent être des éléments majeurs de la contamination microbiologique de la rivière. Par ailleurs, les industries du secteur étant en très forte majorité reliées aux stations d'épuration, c'est aussi via les émissaires et points de surverse que se fera leur rejet au milieu.

De fait, afin de comprendre la dynamique de contamination de la rivière, une étude approfondie du système d'assainissement nous est apparue nécessaire.

4.1.3 Assainissement

4.1.3.1 Assainissement au Québec

Cadre historique et politique

L'assainissement des eaux est une préoccupation relativement récente au Québec. À la fin des années 70, seule 2% de la population était desservie par une station d'épuration (STEP). En 1978, le gouvernement du Québec a créé le Programme d'assainissement des eaux (PAEQ) et mandaté le Ministère de l'Environnement pour gérer ce programme qui prend en compte les trois principales sources de pollution : les eaux usées municipales, les effluents industriels et les activités agricoles. En janvier 1994, le volet urbain du PAEQ a été transféré au Ministère des Affaires Municipales (MAM) et remplacé, en mars 1995, par le Programme d'assainissement des eaux usées municipales (PADEM). Bien que le PAEQ n'existe plus comme tel, les interventions sur les trois principales sources de pollution se poursuivent.

Les efforts se sont jusqu'ici concentrés sur les rejets urbains et industriels. Ainsi, 98.1% de la population québécoise raccordée à un réseau d'égout voit maintenant ses eaux usées traitées dans une station d'épuration.

Cette politique d'assainissement a permis d'améliorer la qualité globale des cours d'eaux. En effet, l'analyse de séries chronologiques sur 15 ans (1979-1994) pour différents paramètres indicateurs de qualité de l'eau (ammoniac, phosphore total, turbidité, coliformes fécaux) révèle une tendance à la baisse pour l'ensemble des rivières du Québec [37]. Cependant, deux problèmes majeurs subsistent : une tendance à la hausse des nitrates et une forte contamination microbienne par temps de pluie en aval de zones urbaines. En outre, les débordements d'égouts produisent une pollution visuelle (débris et turbidité) et physico-chimique (matières organiques, nutriments, toxiques, etc.).

Les réseaux d'assainissement

Les réseaux d'égout au Québec sont de type unitaire, pseudo-séparatif ou séparatif (annexe D, figures D1, D2 et D3). Les réseaux unitaires, qui véhiculent dans une même conduite les eaux usées domestiques et les eaux pluviales, sont présents surtout dans les secteurs urbains les plus anciens (avant 1965) mais ont pu être construits dans certains secteurs jusqu'en 1980 [37,38]. La plupart des réseaux construits entre 1965 et 1980 sont dits de type pseudo-séparatifs car les drains de toit et de fondation étaient tous deux raccordés à l'égout domestique (1 seul branchement de service par bâtiment), tandis que la ville était aussi équipée de conduites d'eaux pluviales. Depuis 1980, les bâtiments comptent tous deux branchements de service, un qui recueille les eaux usées domestiques, et un autre qui récolte les eaux de toit et de drains de fondation. Le réseau est alors dit séparatif.

Par temps de pluie, tous les réseaux sanitaires recevant des eaux pluviales^{*} voient leur débit augmenter et parfois de telle manière à saturer le réseau. Des systèmes de trop plein permettent d'évacuer une partie des eaux soit directement vers le milieu récepteur par l'intermédiaire d'un émissaire, soit dans la conduite du réseau pluvial. Ces eaux sanitaires de surverse ne sont donc pas traitées avant rejet.

Les stations d'épuration

Au Québec, on rencontre différents types de traitement pour les stations d'épuration. Les plus courants sont les traitements de type boues activées, disques biologiques, biofiltration, étangs aérés, bassins et fossés d'infiltration, traitement physico-chimique et roseaux (marais artificiels). En fonction des usages du secteur et des performances initiales du procédé d'épuration, les unités disposent, ou non, d'une étape finale de désinfection. Celle-ci est souvent réalisée par traitement physique aux rayons ultra-violet (UV). Les STEP effectuent le suivi de leur effluent à la sortie d'usine, avant mélange dans le milieu. Lorsque l'effluent subit une désinfection par UV afin de satisfaire les grilles de qualité, un facteur de sécurité de 1 log est à prendre en considération lors de la conception des ouvrages afin de rendre compte du phénomène de réactivation des micro-organismes après le traitement de désinfection.

Par ailleurs, les objectifs environnementaux de rejets (OER) définis par le MENV proposent des valeurs guides pour la qualité des effluents. Ces objectifs sont spécifiques à chaque projet d'assainissement et tiennent compte des particularités des milieux récepteurs concernés (impacts sanitaires et environnementaux). Pour les rejets de STEP, il s'agit d'une méthode quantitative basée sur le respect de critères de qualité d'eau après une dilution restreinte (zone de mélange -300 m- ou débit d'étiage).

^{*} Les eaux pluviales constituent respectivement environ 7 et 30% des réseaux pseudo-séparatifs et unitaires [39]

Contrôle des débordements en réseau

Le MENV définit aussi des OER pour le contrôle des débordements. Ces objectifs fixent des fréquences de débordement tolérables en fonction des usages de l'eau et des conditions hydrodynamiques du milieu récepteur (zones lotiques-fort courant- ou lentiques-faible courant). Les fréquences de débordement retenues sont basées sur des récurrences de précipitations (mensuelle et bimestrielle). Cette approche du MENV est résumée dans le tableau 7. Par ailleurs, les exigences minimales s'appliquant à tous les ouvrages de surverse sont les suivantes :

- aucun débordement en temps sec (sauf lors de fonte et de situations d'urgence),
- aucune augmentation des débordements en temps de pluie par rapport à la situation actuelle,
- aucun débordement d'eaux usées ayant de fortes charges en DBO5, en toxiques ou à couleur prononcée,
- enlèvement des flottants.

L'enregistrement des épisodes de surverse est fait de manière automatisée aux postes principaux des réseaux (date et durée des épisodes). Pour les autres trop-pleins, un système rudimentaire de déplacement d'un témoin permet de connaître de manière qualitative la survenue, ou non, d'épisode(s) de surverse entre deux contrôles.

Tableau 7 – Grille d'évaluation du ministère de l'Environnement pour le contrôle des débordements. Source : MENV, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

USAGE À PROTÉGER	PÉRIODE CRITIQUE	OBJECTIFS ENVIRONNEMENTAUX DE REJETS (OER)	
		Zones lotiques	Zones lentiques
PRISE D'EAU POTABLE	A l'année	Aucun débordement à moins d'un km en amont	
ZONE DE CUEILLETTE DE MOLLUSQUE			
CONTACT DIRECT (baignade, planche à voile, ski nautique, etc.)	1 ^{er} juin au 30 septembre ou 1 ^{er} mai au 31 octobre	Maximum un débordement par mois	Maximum un débordement par deux mois
CONTACT INDIRECT (navigation de plaisance, pêche sportive)	1 ^{er} mai au 31 octobre		
CONTACT VISUEL (parcs riverains, pistes cyclables, villégiature, etc.)	1 ^{er} mai au 30 novembre		
SALUBRITÉ	1 ^{er} mai au 30 novembre		
IRRIGATION ABREUVEMENT DE BÉTAIL	Selon les besoins	Selon jugement professionnel	
VIE AQUATIQUE (frayères)	A l'année	Aucun débordement sur le site de frai ou immédiatement en amont	

Dans les faits, des objectifs environnementaux généraux sont établis par le MENV au départ du projet d'assainissement. Puis, une fois les ouvrages construits, des exigences particulières sont précisées pour chacun des ouvrages de surverse et pour la station d'épuration en fonction des usages et du fonctionnement réel de chacun des ouvrages [27].

4.1.3.2 Bassin de la rivière des Mille-Îles

Plus de 300 000 personnes sont raccordées à un système d'assainissement collectif sur le bassin de la rivière des Mille-Îles (Laval et les municipalités de la Rive Nord).

Au total, environ 2.6 m³/s d'eaux traitées sont rejetés dans la rivière des Mille-Îles, pour un débit annuel moyen de 218 m³/s et un débit d'étiage de 50 m³/s (débit 7Q2 : débit sur 7 jours consécutifs, récurrence 2 ans). La part attribuable à Laval correspond à environ 0.6 m³/s (pour une population desservie de 60 000 personnes) tandis que la rive nord déverserait 2 m³/s (pour 233 000 personnes) dans la rivière. Ces débits sont ceux mesurés par temps secs, et ils correspondent à un facteur de dilution inférieur à 20 en période d'étiage. Par temps de pluie, les volumes rejetés peuvent être 5 à 10 fois plus importants [39]. Par ailleurs, une large partie du réseau d'assainissement du bassin des Mille-Îles est de type pseudo-séparatif et de ce fait les débordements sont fréquents à l'automne et au printemps (période de haute nappe) ainsi que pendant l'été (orages).

Les objectifs environnementaux du MENV concernant la qualité des effluents de station d'épuration sont, compte tenu des usages actuels : 500 CF/100 mL en été (1^{er} juin – 30 septembre) et 4000 CF/100 mL l'hiver. Ces valeurs sont d'un log plus sévères que les objectifs après mélange afin de prendre en compte la réactivation des bactéries après désinfection.

À titre indicatif, le débit moyen de la rivière des Mille-Îles a été de 180 m³/s sur la période mai-août 2000. En considérant le cas idéal de stations d'épuration respectant toutes les exigences de rejet, on aboutirait (en tenant compte de la réactivation des bactéries), pour une dilution immédiate totale, à un apport net par les rejets de STEP de :

$$2.6 \text{ m}^3/\text{s} * 5000 \text{ CF}/100 \text{ mL} / 180 \text{ m}^3/\text{s} = 72 \text{ CF}/100 \text{ mL}$$

4.1.3.3 Assainissement, ville de Laval

Présentation

La ville de Laval, qui compte plus de 300 000 habitants occupe la totalité de l'île Jésus, soit une superficie de l'ordre de 245 km². Le versant nord de l'île constitue le bassin versant de la rivière des Mille-Îles et regroupe environ 60 000 habitants. Les eaux usées y sont traitées dans deux stations d'épuration de taille sensiblement équivalentes: Fabreville (secteur est, mise en service en 1986) et Auteuil (secteur ouest, mise en service en 1993).

Structure du réseau

L'assainissement à Laval comprend des ouvrages d'assainissement autonome et des réseaux collectifs.

En 1999, le portrait régional du MENV [25] faisait état de 3270 résidences et 300 commerces ou industries dont les eaux usées étaient traitées à l'aide de fosses septiques individuelles. Des études concernant l'aptitude du sol à une telle épuration sont nécessaires avant l'installation de tels systèmes septiques. Cependant, de nombreux ouvrages seraient non-conformes. Environ 800

ouvrages ont été inspectés par les services municipaux suite à des plaintes, la grande majorité d'entre eux se sont alors révélés non-conformes.

Le réseau d'assainissement collectif est constitué de systèmes de collecte des eaux usées et pluviales de type unitaire (25 à 30% du réseau), séparatif et pseudo-séparatif. L'hétérogénéité du réseau correspond aux différentes phases de sa réalisation. Le réseau d'assainissement de Laval est divisé en différents bassins et compte trois stations d'épuration.

On dénombre 26 postes de surverse (postes de pompage et trop-pleins) se rejetant en 17 points dans la rivière des Mille-Îles (les points de déversement dans la rivière sont figurés sur les cartes de l'annexe C).

Station de Fabreville

Les bassins de Laval-Ouest et de Fabreville sont reliés à l'usine de traitement de Fabreville. A Laval-Ouest, le réseau est majoritairement de type unitaire, tandis que le secteur de Fabreville (qui s'étend jusqu'à l'autoroute 13) est de type pseudo-séparatif. Un poste de pompage a été équipé au printemps 2000 d'un bassin de rétention pour les eaux collectées. Ce bassin, d'une capacité de 600 m³ (dimensionné pour faire face aux pluies de récurrence quinquennale), ne concerne pas plus de 5% de la totalité des eaux traitées à Fabreville. L'usine comprend un traitement de type physico-chimique, auquel s'ajoute, depuis mai 2000, une étape de désinfection par U.V. de l'effluent durant les mois d'été. L'émissaire de la station se situe dans la rivière des Mille-Îles, juste en amont du pont Vachon (autoroute 13).

Station d'Auteuil

Le secteur de Sainte Rose, entièrement de type pseudo-séparatif, envoie ses effluents vers l'usine d'Auteuil, via le poste de relèvement de Sainte-Rose. Le traitement y est de type biologique (biofiltration sur 4 étangs), avec là aussi une étape supplémentaire de désinfection par U.V. durant les mois d'été. L'émissaire de la station se trouve dans la rivière des Mille-Îles, en aval du pont Athanase-David (autoroute 19).

Station de Lapinière

Cette station dessert le bassin versant de la rivière des Prairies. Cependant, les trop-pleins du secteur Saint-François (nord-est de l'île) se déversent dans la rivière des Mille-Îles. Il ne s'agit que d'un petit hameau.

Autres secteurs

A l'extrémité ouest de l'île, le bassin de Laval/Lac est un secteur d'assainissement autonome. Le nord-est de l'île est un secteur agricole où les habitations sont équipées de fosses septiques. Cependant, à l'est, les bords de berge (rivière des Mille-Îles), qui connaissent un habitat plus concentré, sont raccordés, ou raccordables, à la station de Lapinière.

4.1.3.4 Assainissement Rive Nord

La rive nord de la rivière des Mille-Îles compte 11 municipalités regroupées en 7 projets d'assainissement : Deux-Montagnes, St-Eustache, Boisbriand, Ste-Thérèse/Blainville, Rosemère et Terrebonne/Bois-des-Filions, Lachenaie/Mascouche. Le réseau est là aussi de différents types selon la date de construction des ouvrages. On retrouve des réseaux unitaires dans les quartiers les plus anciens (Vieux Ste-Thérèse, Vieux Terrebonne notamment), puis des réseaux pseudo-séparatifs pour les ouvrages réalisés entre 1965 et 1980, et enfin des réseaux séparatifs dans les zones de construction récente.

Les stations d'épuration de la rive nord sont toutes de conception récente, et aucune n'a, à ce jour, obtenu l'avis de conformité émanant du Ministère de l'Environnement.

Les traitements sont de différents types, et certaines STEP sont équipées d'une unité de désinfection UV qui fonctionne à l'année. Le tableau 8 présente pour chaque station d'épuration la date de mise en opération, le type de traitement, la population desservie et le débit moyen. On ne recense pas de bassin de rétention sur la rive nord.

Tableau 8 – Descriptif des stations d'épuration de la rive nord. Source : MAMM

STATION D'ÉPURATION	DATE DE MISE EN OPÉRATION	TYPE DE TRAITEMENT	POPULATION DESSERVIE	DÉBIT MOYEN (m ³ /j)
Deux Montagnes	11-99	Étang aéré	28 098	1 5478
St-Eustache	03-95	Biofiltration + UV	39 212	29 800
Boisbriand	02-91	Biofiltration + UV	15 720	14 230
Ste-Thérèse	06-99	Étangs aérés	51 131	43 281
Rosemère	10-99	Physico-chimique + UV	23 770	n.d.
Terrebonne	06-96	Étang aéré	55 490	29 007
Lachenaie	10-96	Étang aéré	28 826	18 836

Ainsi, les usines d'épuration rejetant leurs effluents dans la rivière des Mille-Îles sont, soit de type étangs aérés, soit équipées d'une unité de désinfection par UV. Des effluents de bonne qualité microbiologique peuvent donc être attendus.

Une attention particulière est à porter aux ouvrages de surverse, qui ne font actuellement l'objet d'aucun objectif environnemental de rejet.

4.2 Caractérisation de la qualité des eaux de la rivière des Mille-Îles

4.2.1 Caractéristiques et qualité générales

Les rapports régionaux du Ministère de l'Environnement [25,31,32] donnent un indice de la qualité de l'eau de la rivière des Mille-Îles. Cet indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) intègre 9 indicateurs conventionnels de la qualité de l'eau : azote ammoniacal, chlorophylle *a*, coliformes fécaux, demande biochimique en oxygène, matières en suspension, nitrates, phosphore total, saturation en oxygène et turbidité. Le résultat, calculé à partir des données des étés 95 à 97,

donne une eau de qualité *satisfaisante* à l'amont de la rivière et dans le secteur des archipels de Ste-Rose. Par contre, la qualité est qualifiée de *douteuse* plus en aval, au niveau de Terrebonne.

Par ailleurs, le tableau 9 nous donne un aperçu des valeurs mesurées par le programme de surveillance des rivières du MENV pour différents paramètres fondamentaux. Ces valeurs correspondent à des moyennes calculées d'après les relevés du ministère sur la station témoin et les deux stations principales entre le 13 Avril 1998 et le 10 mai 1999. Les valeurs recommandées par Santé Canada pour des usages récréatifs sont aussi précisées, à fin de comparaison.

Le nombre d'échantillons et les dates d'échantillonnage varient légèrement d'une station à l'autre. Le pH de la rivière est peu variable dans le temps et l'espace. On retrouve au cours des mois et tout au long de la rivière des pH variant de 7.5 à 8.5 environ. De même, la turbidité et le carbone organique dissous dans la rivière restent relativement constants. La conductivité et la teneur en coliformes fécaux augmentent d'amont en aval. Ce qui traduit un apport d'ions et de bactéries dans la rivière. La conductivité reste cependant très faible, les eaux de la rivière sont peu minéralisées. Ces eaux brunes s'opposent par là aux eaux vertes telles celles du Saint-Laurent qui sont fortement minéralisées. L'analyse des données nous montre aussi un apport en phosphore sur le parcours de la rivière, la teneur plus que double entre le barrage du Grand-Moulin et Terrebonne, passant d'environ 0.01mg/L à environ 0.03 mg/L en moyenne.

La température de l'eau varie fortement au long de l'année, passant de 1 ou 2°C en janvier-février à plus de 25°C en août.

Santé et Bien-Être Social Canada (SBESC) a émis des recommandations concernant la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives [1]. Outre les recommandations sur les critères microbiologiques, des limites ont été émises sur certaines caractéristiques physico-chimiques. Ainsi SBESC recommande un pH de 6.5 à 8.5 afin d'éviter les irritations des yeux et une turbidité inférieure à 50 unités de turbidité néphélométriques pour assurer à la fois une bonne visibilité des baigneurs dans l'eau (notamment pour éviter les dangers physiques) et des surveillants de baignade. De plus, SBESC recommande une température raisonnable de l'eau pour éviter un abaissement ou une élévation de la température chez les baigneurs. La température doit ainsi préférentiellement rester inférieure à 30°C. L'eau doit par ailleurs être suffisamment limpide et exempte de débris. Enfin, les connaissances scientifiques étant limitées concernant le risque associé à l'exposition à des produits chimiques via des activités récréatives, SBESC recommande de fonder les décisions sur la qualité esthétique des eaux (odeur, présence d'huile ou de graisses, etc.) et sur les facteurs envisagés lors de l'évaluation de l'hygiène du milieu (proximité de site industriel, etc.)

D'après les relevés du MENV, la rivière des Mille-Îles semble présenter un bon potentiel de baignade concernant les recommandations évoquées par SBESC pour des caractéristiques telles que la turbidité, la température. Un potentiel de baignade pourrait donc être envisagé pour les mois d'été suivant ces paramètres. Une analyse plus poussée de ces caractéristiques serait préalable à l'ouverture de sites de baignades. Cependant, avant toute chose, le paramètre essentiel à évaluer reste la qualité microbiologique de l'eau.

Tableau 9- Caractéristiques générales de la rivière des Mille-Îles (1998-1999). Sources : MENV, [1].

PARAMÈTRE	BARRAGE DU GRAND-MOULIN	USINE DE FILTRATION DE SAINTE-THÉRÈSE	PONT PRÉFONTAINE À TERREBONNE	RECOMMANDATION POUR USAGES RÉCRÉATIFS
PH	7.61 (7.3-8.4)	7.4 (7.3-7.6)	7.7 (7.4-8.8)	Entre 6.5 et 8.5
Turbidité (UNT)	4.9 (1.2-7.5)	7.6 (1-25)	6 (1-8.6)	< 50
Carbone Organique dissous (mg/L)	5.9 (5.6-6.2)	5.9 (5.4-6.7)	5.9 (5.5-6.1)	
Conductivité (i S/cm)	100 (81-138)	147 (116-166)	159 (122-181)	
Coliformes fécaux (ufc/100mL)	21 (8-82)	417 (64-1600)	1119 (100-2100)	200

4.2.2 Micro-organisme pathogènes

L'étude de Payment et al. [40] publiée en 1999 dresse le portrait microbiologique de différentes prises d'eau potable dans le Saint-Laurent et ses principaux affluents. On y trouve des données concernant les prises d'eau potable dans la rivière des Mille-Îles. Les paramètres mesurés étaient les coliformes totaux et fécaux, *Clostridium perfringens*, des virus entériques humains, des kystes de *Giarda* et des oocystes de *Cryptosporidium*. Les résultats obtenus pour les prises d'eau à l'entrée de la rivière (Lac des Deux-Montagnes) et dans la rivière des Mille-Îles sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10 – Résultats des analyses microbiologiques effectuées sur l'eau brute de différentes station de filtration (moyenne géométrique puis maximum) [40]

Ville	Coliformes totaux (ufc/100 mL)	Coliformes fécaux (ufc/100 mL)	<i>Clostridium perfringens</i> (ufc/L)	<i>Cryptosporidium</i> (Oocystes/L)	<i>Giarda</i> (kystes/L)	Virus entériques (ui/L)
Deux-Montagnes	382 max : 1 454	71 max : 653	285 max : 1 592	0.14 max : 1.7	0.86 max : 5.7	0.10 max : 9.4
Saint-Eustache	906 max : 2 850	338 max : 675	306 max : 640	0.07 max : 2.9	0.37 max : 7.9	0.25 max : 2.3
Sainte-Thérèse	4 775 max : 12 500	2 635 max : 5 650	1 373 max : 2 317	0.13 max : 1.0	6.87 max : 16.7	0.42 max : 8.3
Laval	2 500 max : 6 100	1 556 max : 3 800	957 max : 2 200	0.20 max : 0.5	0.78 max : 7.5	1.29 max : 9.4
Rosemère	10 809 max : 32 000	4 900 max : 12 850	1 631 max : 2 250	0.07 max : 0.7	4.69 max : 29.4	0.53 max : 15.0
Terrebonne	3 720 max : 12 700	1 175 max : 4 836	1 214 max : 3 000	0.23 max : 2.7	2.27 max : 14.0	0.53 max : 29.5

Nous ne disposons pas d'information complémentaire sur la méthode et la fréquence d'échantillonnage. Les résultats concernant les teneurs en coliformes fécaux confirment néanmoins les résultats des analyses du MENV : teneur faible en amont de la rivière puis dégradation le long de son cours. La prise d'eau de Deux Montagnes est la seule à présenter une moyenne géométrique inférieure à 200 CF/100 mL. Par ailleurs, on peut remarquer que toutes les autres prises d'eau présentent des concentrations en coliformes fécaux supérieures à la valeur de 1000 CF/100mL recommandée par le ministère de l'Environnement pour la production d'eau potable. La teneur en

coliformes ne suit pas un gradient exact amont-aval. Les concentrations subissent des variations le long du cours, probablement influencée par des facteurs locaux.

En outre, on retrouve des micro-organismes pathogènes à toutes les prises d'eau. Les auteurs précisent que l'ensemble de leur étude a permis de montrer que "des niveaux élevés de coliformes fécaux sont prédictifs d'un nombre plus élevé de micro-organismes pathogènes, mais les parasites et virus ont été retrouvés dans des eaux qui contenaient de faibles quantités d'indicateurs bactériens".

La contamination en micro-organismes pathogènes apparaît assez importante dans la rivière des Mille-Îles. Les auteurs soulignent la pollution par les rejets sanitaires et pluviaux dans ce secteur. Notons que depuis lors des stations d'épuration ont été mises en services sur les différentes communes riveraines, mais aucune étude de ce type n'a été réalisée depuis les différents travaux.

4.2.3 Bilan de l'étude menée en 1999

Dans le cadre du Projet d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles, les DSP de Laval et des Laurentides ont réalisé en 1999 une étude de la qualité microbiologique de l'eau [26]. Cette étude s'est appuyée sur trois différentes sources de données soit, une étude du Ministère de l'Environnement, durant l'été 1999, sur le décompte de coliformes fécaux sur les sites des anciennes plages de Laval, les résultats du programme de surveillance du Réseau Rivière du Ministère de l'Environnement et le décompte de coliformes totaux à quatre usines de filtration puisant leur eau dans la rivière.

4.2.3.1 Analyse des eaux brutes des usines de filtration

Les données disponibles pour les prises d'eau des villes de Saint-Eustache (juillet 92 - octobre 99), Sainte-Thérèse (janvier 95 – novembre 99), Laval Sainte-Rose (91 – octobre 99) et Rosemère (juin 91 – août 99) consistent en des analyses de fréquence variable (au minimum hebdomadaire) sur le paramètre coliformes totaux. Les prises d'eau brute sont éloignées des rives et sont situées en profondeur.

L'analyse des résultats [26] met en relief de fortes variations spatiales et temporelles de la qualité de l'eau. Les conditions climatiques du Québec favorisant le mois de juillet comme étant le plus propice à la baignade, les auteurs se sont plus particulièrement intéressés aux relevés de contamination de ces mois. Une diminution significative de la contamination bactérienne pour le mois de juillet 1999 par rapport aux mois de juillet des années précédentes a pu être mise en évidence pour les usines de Saint-Eustache, Sainte-Thérèse et Rosemère.

Malgré la proximité des prises d'eau des villes de Sainte Thérèse et de Laval (Sainte-Rose), les résultats obtenus aux deux sites ne sont pas similaires : les taux de contamination sont significativement plus élevés à la prise de Sainte-Rose. Ce qui suggère les contextes locaux comme déterminants de la contamination microbiologique de l'eau.

En outre, les auteurs rapportent des pics de contamination constants à l'automne à la prise de Sainte-Rose. Or, à l'automne, les précipitations sont importantes et s'accompagnent d'un haut niveau

des nappes, ce qui provoque des débordements plus fréquents dans les réseaux d'assainissement. Ainsi, ces pics de contamination nous orientent encore une fois vers les sources urbaines de pollution.

Par ailleurs, pour les mois de juillet 1999, les auteurs ont cherché un lien avec les précipitations (données pluviométriques recueillies à Mirabel, pluies cumulées sur 48h). Aucun lien statistique avec la contamination n'a pu être mis en évidence à aucune des prises d'eau.

Nous avons par ailleurs de nouveau étudié ces résultats sur la période allant du 1^{er} juin au 30 septembre 1999. Les caractéristiques principales des séries de relevés microbiologiques à chaque station sont fournies dans le tableau 11.

Tableau 11 – Analyses de coliformes totaux (UFC/100mL) aux prises d'eau brute des usines de filtration de la rivière des Mille-Îles pour la période juin-septembre 2000.

	SAINT-EUSTACHE	SAINTE-THÉRÈSE	SAINTE-ROSE	ROSEMÈRE
Nombre de relevés	122	29	20	13
Médiane	1 800	600	5 100	5 600
Moyenne	2 348	786	5 535	7 539
Écart-type	1 790	402	2 284	6 226

Les moyennes et médianes présentent un gradient amont-aval pour les usines de Saint-Eustache, Sainte-Rose et Rosemère. Les relevés obtenus pour la prise d'eau de Sainte-Thérèse sont nettement plus bas que ceux de Sainte-Rose, pourtant en son aval.

Pour toutes les prises d'eau, l'écart-type est assez fort, ce qui montre les variations de contamination observées. La moyenne est toujours plus haute que la médiane : à chaque prise on recense une ou plusieurs très hautes valeurs qui font monter la moyenne et rendent la distribution asymétrique et décalée vers les fortes valeurs.

Nous avons essayé de corrélérer les relevés avec les données pluviométriques de Laval Ouest (pluies cumulées sur 48h). Aucune relation significative n'est apparue pour les prises de Saint-Eustache, Sainte-Thérèse et Rosemère.

4.2.3.2 Campagne d'échantillonnage en rive de l'été 1999

Durant l'été 1995, le Ministère de l'environnement a procédé à l'échantillonnage de 5 sites sur la rive de Laval, choisis en fonction de leur historique de fréquentation à titre de plage publique ainsi que par leur achalandage journalier. Les stations (figurées par leur repère « MI » en annexe C) ont été échantillonnées à dix reprises entre le 28 juillet et le 28 septembre 1999. Les résultats des mesures de coliformes fécaux sont présentés dans le tableau 12.

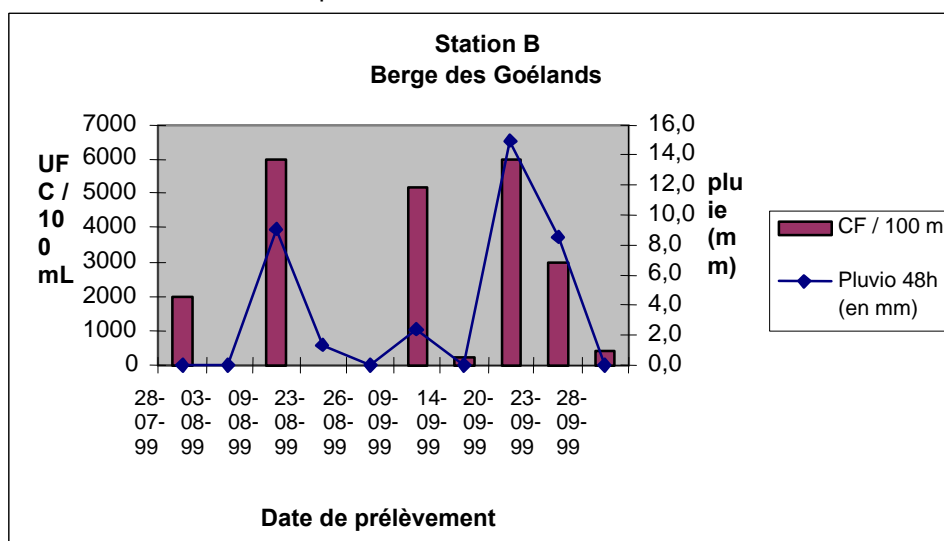
On peut remarquer que la contamination fécale, assez élevée de manière générale, présente de fortes variations spatiales et temporelles. Les stations A (Berge aux Quatre-Vents) et D (Berge des Baigneurs) ont présenté des résultats de bonne qualité ou encourageants : la norme pour la baignade (200 CF/100mL) n'y est que rarement dépassée. À l'opposé, les stations B (Berge des Goélands), C (Parc de la Rivière des Mille Îles) et E (Plage Idéale) ont donné des résultats de mauvaise qualité. La cause suspectée est leur proximité à des rejets d'égouts sanitaires ou pluviaux.

Tableau 12 – Mesures de coliformes fécaux (UFC/100 mL) sur 5 anciennes plages durant l'été 1999.

DATE PRÉLÈVEMENT	DE STATIONS	A (Berge aux Quatre Vents)=MI 1	B (Berge des Goélands) = MI 2	C (Parc de la rivière des Mille-Îles) = MI 4.1	D (Berge des Baigneurs) = MI 5	E (Plage Idéale) = MI 7
28 juillet 99	25		2000	160	160	110
3 août 99	<2		18	1200	72	380
9 août 99	7		>6000	210	190	210
23 août 99	<2		11	440	110	1200
26 août 99	<2		20	250	90	200
9 septembre 99	31		5200	240	120	1400
14 septembre 99	8		210	1500	310	>6000
20 septembre 99	<2		18000	210	144	4000
23 septembre 99	23		3000	400	290	520
28 septembre 99	31		400	1500	160	98

Excepté pour le site B, aucune corrélation avec la pluie (pluviomètre de Mirabel, pluies cumulées sur 48h) n'a pu être mise en évidence. La corrélation obtenue pour le site B, situé en aval de la station de pompage de Sainte-Rose et à quelques mètres du point de rejet d'un trop plein du réseau d'égout sanitaire, était encore meilleure en utilisant les données pluviométriques de Laval (pluviomètre de Laval-Ouest, pluies cumulées sur 48h). Parmi les cinq relevés dépassant la norme de 200 CF/100 mL, quatre correspondent aux quatre accumulations de précipitations supérieures à 2 mm sur 48h.

Figure 1 – Corrélation entre la pluviométrie et les mesures de coliformes fécaux à la station B.



Par ailleurs, aucun lien n'a pu être mis en évidence entre les concentrations en coliformes fécaux en rive et les mesures de coliformes totaux réalisées par les usines de filtration. Il semblerait que le rapport coliformes totaux/coliformes fécaux ne soit constant qu'aux prises d'eau (rapport de 1.5 à 2.5 environ) et que par conséquent, les mesures telles qu'actuellement effectuées par les usines de filtration ne peuvent être utilisées pour bâtir un outil d'évaluation de la qualité de l'eau en rive.

4.2.3.3 Analyses du Réseau-Rivière

Le Ministère de l'Environnement effectue en continu une surveillance de la qualité des cours d'eau par le Réseau-Rivière. Sur la rivière des Mille-Îles, il existe 1 station témoin (RR21 : barrage du Grand Moulin), 2 stations principales (RR6 : prise d'eau brute de l'usine de filtration de Sainte-Thérèse, RR1 : pont Préfontaine-Prévert à Terrebonne) et diverses stations secondaires. La station témoin et les stations principales sont échantillonnées en continu à une fréquence mensuelle, tandis que les stations secondaires sont choisies et échantillonnées pour des campagnes spécifiques. Le paramètre d'analyse microbiologique est les coliformes fécaux.

Les DSP de Laval et des Laurentides ont analysé les données pour la période 1990-1993 [26]. Il en ressort une forte contamination, avec là encore des variations temporelles et spatiales. De même que pour les analyses sur les prises d'eau brute, la plus forte contamination était observée à hauteur de Rosemère. Les sites à l'ouest, ainsi que la prise d'eau brute de Sainte-Thérèse présentent une contamination moindre.

Nous nous sommes intéressés à l'analyse des données pour la station témoin (RR 21) et les deux stations principales (RR 1 et 6) pour les étés 1990 à 1999, c'est à dire les mois de mai à septembre inclus (tableau 13). Les moyennes obtenues chaque été à chaque station ont donc été calculées à partir de 5 valeurs. Le tableau 13 précise également les écarts-types. Malgré la forte variabilité des résultats, les moyennes indiquent pour chaque année un gradient amont-aval pour ces trois stations. Les résultats en amont de la rivière sont bons, généralement en dessous de 100 CF/100mL, tandis qu'à la fin de son cours, les relevés dépassent régulièrement les 1000 CF/100mL. On peut cependant remarquer une diminution de la contamination depuis 1995 pour chacun des sites, à l'exception du site RR1, le plus en aval, dont la contamination a de nouveau augmenté en 1999.

Tableau 13 – Moyennes des mesures de coliformes fécaux (UFC/100 ml) pour chaque période estivale aux stations principales du Réseau-Rivière.

		Station		
		RR21-Station témoin (Grand-Moulin)	RR6 (Sainte-Thérèse)	RR1 (Terrebonne)
Été	90	n.d.	398	3279
	91	n.d.	885	3106
	92	42	535	2836
	93	92	1680	5489
	94	n.d.	304	4844
	95	30	1634	14 717
	96	35	444	2020
	97	15	267	1460
	98	16	267	1262
	99	9	152	3425

4.2.4 Bilan des données historiques

Les résultats historiques constituent une base de données essentielle. L'étude de Payment et al. [40] indique la présence de pathogènes dans la rivière. Les analyses de coliformes sur les dix dernières années ont permis de constater une amélioration de la qualité des eaux, à l'exception de la

prise d'eau de Sainte-Rose. Par ailleurs, le programme d'échantillonnage en rive de l'été 1999 a permis d'identifier deux sites potentiels de baignade à plus ou moins long terme.

En outre, compte tenu des nombreux travaux d'assainissement ayant eu lieu au cours des dernières années, et notamment depuis l'été 1999, ils ne nous était pas possible d'utiliser ces seuls résultats dans l'optique de la production d'un outil prédictif de la qualité microbiologique de l'eau. En effet, les rejets urbains étant un facteur déterminant de la qualité microbiologique des eaux, et l'emplacement et la nature de ces rejets ayant été modifiés, l'analyse environnementale sur ces paramètres devait nécessairement être actualisée. C'est pourquoi nous nous sommes prioritairement intéressés à la campagne de l'été 2000, dont la mise en place a été guidée par nos objectifs sanitaires et environnementaux. Par ailleurs, les résultats historiques ont orienté la mise en place de la campagne 2000 et ont été utilisés pour mettre en perspective les résultats actuels et ainsi dresser le portrait de la qualité microbiologique des eaux de la rivière.

4.3 Mise au point de la campagne d'analyses de l'été 2000

4.3.1 Choix de l'indicateur microbien

Afin d'évaluer la qualité microbiologique de l'eau de la rivière pour la campagne 2000, l'indicateur retenu a été les coliformes fécaux (notion définie en annexe E). Ce choix a essentiellement été guidé par un souci de cohérence avec les analyses des campagnes précédentes et par la facilité de mise en œuvre des analyses. Les techniques de culture permettent en outre d'assurer une fiabilité des résultats (de l'ordre de 90% pour une technique d'analyse sur membrane filtrante) rarement atteinte pour d'autres indicateurs [41]. Par ailleurs, nous avons identifié les rejets urbains comme source principale de contamination et les coliformes fécaux sont d'excellents marqueurs de la contamination fécale. De plus, il s'agit de l'indicateur retenu par Environnement Canada pour le programme de surveillance des plages, ce qui donne donc la possibilité de statuer sur le potentiel de chaque site pour des activités récréatives et de baignade selon les critères réglementaires.

4.3.2 Caractéristiques de la campagne

Au tout début du printemps 2000, les négociations avec les partenaires concernant le programme d'évaluation de la qualité de l'eau pour l'été 2000 ont débuté. Tel qu'initialement prévu, le programme impliquait un partenariat avec le Ministère de l'Environnement (MENV), avec la Communauté Urbaine de Montréal (CUM) et Ville de Laval, avec les municipalités de la Rive Nord. Par ailleurs une demande de subvention supplémentaire avait été déposée à Saint-Laurent Vision 2000 pour le volet analyses microbiologiques.

Le programme envisagé était alors le suivant : analyses hebdomadaires en 15 points sur la rive sud par une collaboration CUM-Ville de Laval, analyses aux transepts en rive nord par les municipalités riveraines, analyses en milieu de rivière par le MENV, avec des analyses plus complètes chaque mois.

Cependant deux raisons nous ont amené à modifier substantiellement le projet :

-Le programme Saint Laurent Vision 2000 a été transféré du fédéral au provincial au printemps 2000. Ce remaniement a eu pour conséquence un délai de traitement des demandes ainsi qu'une restriction budgétaire. En tout état de cause, il ne nous était pas possible d'obtenir une réponse avant, minimum, la mi-juillet. Cette indisponibilité de fond nous a obligé à redéfinir les partenariats financiers.

-Suite à des coupures budgétaires, le programme de suivi renforcé de la rivière par le Ministère de l'Environnement a été annulé.

Ces contre-temps sont apparus courant mai. Le seul programme d'échantillonnage assuré était alors le programme d'analyse en rive sud.

Compte tenu de cette réalisation effective, il nous a semblé important de maintenir un échantillonnage en milieu de rivière et sur la rive nord afin d'obtenir un portrait plus complet de la qualité de l'eau et d'être en mesure de comprendre les dynamiques de contamination dans la rivière des Mille-Îles.

Aussi, de nouvelles discussions ont eu lieu avec les différents partenaires dans le but de mettre en place un programme alternatif d'échantillonnage. A l'issue des démarches, le programme mis en place pour l'été 2000 a été tel que décrit dans le tableau 14.

Tableau 14 – Programme d'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau de la rivière des Mille-Îles, été 2000.

LOCALISATION	NOMBRE DE POINTS D'ÉCHANTILLONNAGE	FRÉQUENCE ET PÉRIODE (NOMBRE TOTAL DE CAMPAGNES)	PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS PAR :	ANALYSES DE LABORATOIRES RÉALISÉES PAR :
Rive sud	15	1/semaine 15 mai – 12 septembre (18)	CUM – Ville de Laval	CUM – Ville de Laval
Milieu de rivière	5 puis 10	2/mois 16 juin – 13 sept (8)	Éco-Nature	Ville de Laval puis MENV
Rive nord	8	1/semaine 27 juin – 27 août (10)	Ville de Rosemère	Ville de Rosemère

- **Campagne d'échantillonnage en rive sud**

Descriptif

Suite à la mise en place du Projet d'assainissement des eaux usées (PAEQ), la Communauté Urbaine de Montréal s'est dotée d'un Réseau de suivi du milieu aquatique (RSMA) des eaux intérieures et ceinturant le territoire. Les résultats obtenus visent à établir un portrait de la qualité de l'eau, à identifier des solutions pour son amélioration et à récupérer des usages reliés à l'eau.

Le RSMA compte notamment un programme d'échantillonnage en rive, initié en 1999. Il ne concernait alors que les eaux ceinturant le territoire de la CUM. Mais, pour l'été 2000, le programme a été étendu aux rives ceinturant l'île de Laval, dont la rive sud de la rivière des Mille-Îles.

Les analyses pour l'été 2000 ont consisté en la mesure de la teneur en coliformes fécaux ainsi que de certains paramètres physico-chimiques fondamentaux (température, pH, oxygène dissous et

conductivité). Les analyses sont réalisées à une fréquence hebdomadaire suivant un calendrier préalablement établi.

Choix des stations d'échantillonnage

Le choix des stations échantillonnées par la CUM se fait traditionnellement en tenant compte des zones d'usages, des zones d'intérêts fauniques et des principaux émissaires pluviaux et des ruisseaux. La détermination des sites de prélèvements sur la rive sud de la rivière des Mille-Îles s'est fait en collaboration avec la Ville de Laval. Au total, 15 sites ont été retenus de l'extrémité ouest de l'île Jésus à son extrémité est. La ville de Laval avait déjà réalisé des campagnes d'analyses sur la rivière des Mille Îles durant les étés 92 à 95. Ces campagnes comptaient alors de 8 à 12 sites, tous repris dans le programme de l'été 2000.

Les 15 sites retenus remplissent les critères évoqués ci-dessus. Ils permettent de couvrir l'ensemble de la rivière et plus particulièrement les zones d'usages actuelles et potentielles et les points critiques du système d'assainissement. Ainsi, des points de prélèvement sont situés en amont et aval des émissaires des stations d'épuration de Fabreville et d'Auteuil, ainsi qu'en aval des principaux point de surverse et rejets d'égouts pluviaux, dans le but de mesurer l'impact du système d'assainissement sur le milieu et repérer les dysfonctionnements majeurs. Par ailleurs les 5 plages (Berge aux Quatre-Vents, Berge des Goélands, Parc de la rivière des Mille-Îles, Berge des Baigneurs, Plage Idéale) échantillonnées durant l'été 1999 dans le cadre du Projet d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles sont reprises dans ce programme. Les caractéristiques (usages, rejets en amont) et localisation de chaque point de prélèvement sont fournis en annexe F, ils sont par ailleurs figurés sur les cartes de l'annexe C.

Protocole

La campagne 2000 s'échelonne du 15 mai au 12 septembre, soit 18 tournées au cours de l'été. Chaque tournée sur la rivière des Mille-Îles s'effectue au cours d'une matinée et les sites sont visités d'est en ouest. Les échantillons sont prélevés en surface à une distance d'environ 1.5 m de la rive au moyen d'une longue perche munie d'un porte bouteille supportant un flacon stérile de 250 mL. Les échantillons sont ensuite placés dans une glacière puis transportés au laboratoire de la CUM pour analyse. L'analyse des coliformes fécaux sur membrane filtrante se fait selon le protocole standard 9222 D du guide *Standard Methods for the examination of water and wastewater*, 19^{ème} édition, 1995, qui est le protocole standard établi par le Ministère de l'Environnement.

- **Campagne d'échantillonnage en rive nord**

Descriptif

Afin d'obtenir un portrait de la qualité de l'eau de la rivière dans son ensemble, il nous a semblé important de mettre en place un programme d'échantillonnage sur la rive nord, similaire à celui pratiqué en rive sud.

Le projet d'intervention et d'évaluation émanant des DSP des régions de Laval et des Laurentides, nous avons dû limiter notre action au territoire de ces deux régions. Les villes de Terrebonne et de Mascouche ont donc été exclues du programme.

Les prélèvements et analyses de CF et CT ont été réalisées par le Service d'Hygiène de la Ville de Rosemère.

Choix des stations d'échantillonnage

Nous avons retenu le concept initialement envisagé de transept (points enlignés sur les coupes transversales). Conjugée au programme d'échantillonnage en milieu de rivière, cette démarche nous a paru intéressante dans le but d'obtenir des informations sur la dynamique de contamination.

Cependant, les points de prélèvement sur la rive nord ne sont pas les projetés parfaits des stations sur la rive sud. Nous avons adapté leur localisation en fonction de l'accessibilité aux rives. Nous avons privilégié des sites accessibles au public (tels que les rampes de mise à l'eau et les parcs publics en bordure de rive), car ils constituent des zones d'usages.

Nous n'avons pu sélectionner de point d'échantillonnage vis à vis de la station MI 5. Ce secteur est très urbanisé en rive et le seul accès public consiste en le Parc-Corona-Oriole. Malheureusement, il s'agit d'un secteur de marécage ne permettant pas de prélever d'échantillon représentatif sans avoir recours à une embarcation. Aucun point de surverse n'ayant été recensé dans ce secteur, nous avons éliminé le point RN 5 de la campagne.

Les renseignements relatifs aux stations d'échantillonnage se retrouvent en annexes C et F.

Protocole

La campagne en rive nord a consisté en des prélèvements hebdomadaires d'échantillons aux 8 sites identifiés, sur la période 27 juin-27 août, soit 10 tournées. Les dates de prélèvements ont été harmonisées avec le calendrier de la CUM. Les campagnes ont donc eu lieu les mêmes matinées sur les deux rives, à l'exception des tournées effectuées les dimanches 2 juillet, 30 juillet et 27 août par la CUM en rive sud, reportées au lundi suivant sur la rive nord.

Les sites étaient visités d'ouest en est, ce qui a permis de minimiser le délai entre les prélèvements et les analyses au laboratoire de Rosemère, situé à l'extrémité est du parcours. Le protocole de prélèvement a été adapté de celui utilisé durant l'été 1999 par le Ministère de l'Environnement pour la campagne d'analyse sur les sites de 5 anciennes plages en rive sud de la rivière [42]. Les échantillons sont prélevés à la main en surface, à une distance d'environ 1m de la rive. La bouteille (250 mL) est immergée en la tenant par sa partie inférieure puis ouverte sous l'eau. L'échantillon est récolté en formant un arc de cercle et en dirigeant le goulot dans le sens contraire du courant. La bouteille est revissée sous l'eau.

Après échantillonnage, les flacons sont placés dans une glacière contenant des cubes réfrigérants, puis analysés au laboratoire de l'usine de filtration de Rosemère.

La technique utilisée pour la mesure de la teneur en coliformes fécaux suit également le protocole standard du MENV.

- **Campagnes d'échantillonnage en milieu de rivière**

Descriptif

Deux programmes d'analyse bimensuelle, totalisant 8 séries de prélèvements, se sont succédés en milieu de rivière durant l'été 2000. Pour ces deux campagnes, les prélèvements ont été réalisés par Éco-Nature. Pour des raisons pratiques de facilité de navigation, ces campagnes ont eu comme limite est les rapides de Terrebonne.

Les analyses réalisées par la ville de Laval (au laboratoire de la station de filtration de Sainte-Rose) ont porté sur les coliformes fécaux uniquement, tandis que celles réalisées par le Ministère de l'Environnement y ont ajouté des caractéristiques physico-chimiques fondamentales (phosphore, nitrates, pH, MES, turbidité, DBO5, chlorophylle a).

Choix des stations d'échantillonnage.

Les deux premières séries de prélèvements ont porté sur 5 stations d'échantillonnage depuis l'amont de la rivière (« secteur MI 1 ») jusqu'à la limite des rapides de Terrebonne. Nous avons choisi ces points suivant deux critères principaux : l'emplacement des émissaires de station d'épuration et les zones d'usages récréatifs. Par la suite, le MENV a procédé à l'échantillonnage de 5 stations supplémentaires. Leur démarche était motivée par la volonté d'évaluer l'impact environnemental de la mise en place des structures d'assainissement. Les stations ajoutées se situent pour la plupart en amont des émissaires de STEP.

Les renseignements relatifs aux stations d'échantillonnage se retrouvent en annexes C et F.

Protocole

La campagne en milieu de rivière a consisté en des prélèvements bimensuels, de mi juin à mi septembre, soit 8 séries sur l'été. Les dates d'échantillonnage n'ont pu être harmonisées avec les dates de campagne en rive.

Les prélèvements ont tous été réalisés par Éco-Nature. Les bouteilles de prélèvement sont fixées sur une base lestée et l'échantillonnage intègre toute la colonne d'eau, en excluant le fond de l'eau afin d'éviter la remise en suspension des sédiments. Cette technique donne une représentation « d'ambiance » et non pas de surface.

4.4 Analyse des résultats de la campagne 2000

La cartographie nécessaire à la compréhension des analyses est donnée en annexe C. Les données pluviométriques sont fournies en annexe H et les autres résultats bruts non fournis dans le corps du mémoire peuvent être retrouvés dans les annexes G à K.

4.4.1 Profil général

Les résultats retenus dans cette étude sont ceux des campagnes réalisées entre le 15 mai et le 15 août 2000.

Les tableaux 15, 16 et 17 présentent les résultats bruts d'analyses de coliformes fécaux obtenus lors des campagnes d'échantillonnage en rive et en milieu de rivière durant l'été 2000. Sur la rive nord, les duplicatas de mesures ont mis en évidence une mauvaise reproductibilité des résultats, que nous n'analysons donc que dans leur tendance générale. Sur la rive sud, 13 campagnes hebdomadaires se sont succédées et nous précisons pour chaque site la médiane, la moyenne, l'écart-type et l'étendue des valeurs obtenues. Le point MI 0 (Barrage du Grand Moulin) se situe juste en amont de la rivière et constituait une station témoin.

La contamination bactériologique sur la rive sud est relativement élevée, avec des moyennes sur l'été variant de 300 à 4600 CF/100 mL selon les sites. Pour tous les sites, la moyenne est supérieure à la médiane, ce qui est dû à des relevés présentant de très fortes contaminations, qui tirent la moyenne vers le haut. Ceci est particulièrement vrai pour les sites MI2, MI3 et MI5, ou de fortes pointes de contamination (>1000 CF/100 mL) ont fait très nettement augmenter la moyenne. Les forts écarts types mettent en évidence des variations temporelles intra-site notables.

Du site MI 0 (« témoin ») au site MI 1 on observe une forte augmentation de la concentration en CF. Excepté pour deux dates, les concentrations en CF au site MI 0 sont faibles (<100CF/100mL) tandis qu'à partir du site MI 1, la concentration moyenne augmente significativement et varie de 300 à 4600 CF/100mL selon les sites (figure 2).

Sur la rive nord, les sites présentent une contamination généralement plus élevée que sur la rive sud, de 350 à plus de 4000 CF/100 mL selon les stations d'échantillonnage.

De fait, sur la rivière des Mille-Îles, seule une faible proportion des relevés a donné des résultats inférieurs à 200 CF/100mL (figure 3). Aussi, pour aucun des sites nous n'avons obtenu de résultats satisfaisant les exigences relatives à la baignade (moyenne inférieure à 200 CF/100 mL)

Figure 2 – Moyennes de la campagne d'échantillonnage 2000 pour chaque site de la rive sud (CF/100 mL)

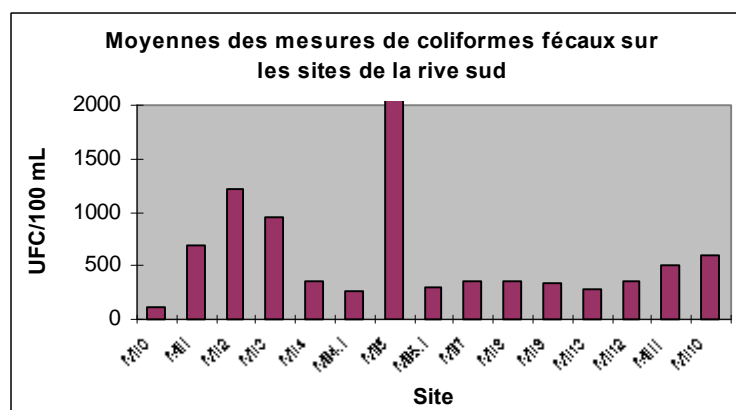


Tableau 15 – Résultats des mesures de coliformes fécaux (UFC/100 mL) sur les stations de la rive sud.

Numéro Campagne	Date de prélèvement	MI 0	MI 1	MI 2	MI 3	MI 4	MI 4.1	MI 5	MI 6.1	MI 7	MI 8	MI 9	MI 13	MI 12	MI 11	MI 10
1	15 mai	80	170	350	240	250	220	380	180	430	320	320	270	800	630	360
2	23 mai	10	130	6000	240	360	370	240	330	350	320	430	330	420	300	620
3	31 mai	10	370	370	230	270	280	140	170	540	490	470	240	270	330	200
4	4 juin	6	250	270	310	700	320	300	300	330	280	220	220	280	300	260
5	12 juin	36	600	630	390	490	1000	390	380	370	350	230	300	400	430	470
6	20 juin	24	600	250	250	250	180	340	200	270	350	170	250	320	1800	280
7	27 juin	580	4700	5100	9200	730	520	8000	660	770	700	750	510	440	540	650
8	2 juillet	54	550	400	360	390	300	46000	290	330	320	200	210	270	170	260
9	10 juillet	54	470	2000	580	180	300	540	300	450	420	390	550	340	380	210
10	18 juillet	570	340	190	480	410	190	2800	160	120	350	330	300	270	1100	3600
11	26 juillet	8	270	20	70	160	350	400	500	340	420	400	96	140	150	170
12	30 juillet	2	270	20	70	160	350	400	500	340	420	400	96	140	150	170
13	7 août	2	58	200	60	130	100	120	140	140	150	350	260	150	380	
Statistiques Descriptives	Moyenne	110	700	1216	958	358	326	4593	294	353	359	338	278	351	497	596
	Médiane	24	370	350	250	330	300	380	290	340	350	330	250	320	330	290
	Écart-type	208	1216	1996	2482	190	323	12631	150	176	137	162	129	157	470	915
	Min	2	58	20	40	130	100	58	140	120	150	140	96	140	150	170
	Max	580	4700	6000	9200	730	1000	46000	660	770	700	750	550	800	1800	3600

Sources :CUM-Ville de Laval

Les résultats d'analyse sont par ailleurs consultables sur le site internet de la CUM à l'adresse suivante:

http://www.cum.qc.ca/cum-fr/rsma/cum_code_asp_v2/niveau0_v2.asp

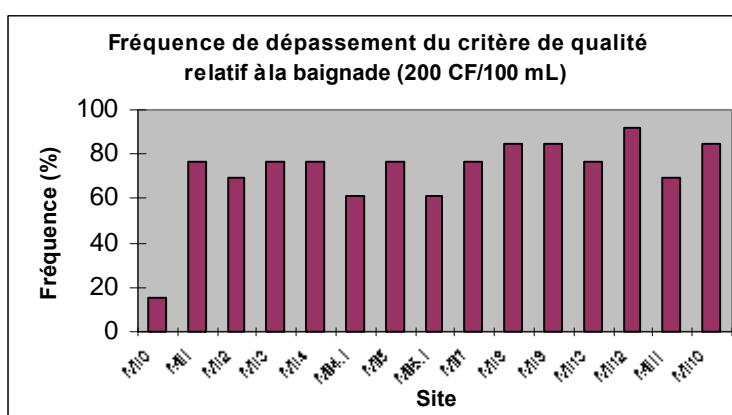
Tableau 16 – Résultats en CF/100 mL sur les stations de la rive nord. Entre parenthèses, les duplicatas.

Date de prélèvement	RN 1	RN 2	RN 3	RN 4	RN 4.1	RN 6.1	RN 7	RN 8	Volume filtré (mL)
27 juin	570 (100-900-600)	900? (900-n.d.)	400? (n.d-0-400).	1330 (1000-1200-1800)	4500 (1400-5200-6900)	1450 (1900-0-1000)	200? (n.d.-n.d.-200)	1900 (1700-2100-1900)	1
10 juillet	350	1 450	600	1 250	8600	750	2200	1000	1
18 juillet	0	1300	400	500	5500	3700	700	900	1
26 juillet	700 (0-700)	14200 (0-14200)	300 (0-300)	5600 (0-5600)	4800 (0-4800)	n.d.	n.d.	n.d.	1
31 juillet	<100 (0-0)	<100 (0-0)	<100 (0-0)	<100 (0-0)	450 (400-500)	<100 (0-0)	2400 (2000-2800)	n.d (0-200).	1
7 août	<100 (0)	200	100	<100 (0)	1700	100	<100 (0)	<100	1
15 août	40	230	1450	1640	3080	420	190	570	10

Tableau 17 – Résultats en CF/100 mL pour les prélèvements en milieu de rivière

Date de prélèvement	MR 1	MR 2	MR 3	MR 4	MR 5	MR 4.1	MR 7	MR 8	MR 9	MR 10
16 juin	470		780	960		1800		2400		
7 juillet	600		650	290		460		430		
19 juillet	7	28	2100	360	3900	410	900	500	390	90
2 août	44	56	1100	136	3900	550	3000	4100	1900	3300
16 août	600	300	3000	600	>6000	900	1700	1100	1000	270

Figure 3 – Fréquences des mesures de la campagne d'échantillonnage 2000 dépassant les critères de qualité liés à la baignade



Les programmes d'échantillonnage en rive ont été à la fois harmonisés dans le temps et dans l'espace. En effet, sur les deux rives, les points de même indice correspondent à des stations en vis à vis. Nous avons cherché à dégager des tendances générales dans les profils de contamination sur chaque rive, et à les comparer.

Profil temporel

Sur la rive sud, les campagnes 1 à 4, toutes réalisées par temps sec, présentent des résultats assez homogènes, avec seulement un relevé supérieur à 1000 CF/100mL (MI 2 le 23 mai), correspondant à une panne d'un poste de pompage du réseau d'assainissement de la Ville de Laval, dont le trop-plein se déverse juste en amont de la station d'échantillonnage MI 2.

Les séries du 12 juin au 18 juillet, toutes caractérisées par des événements pluvieux dans les 2 jours précédant l'échantillonnage (>5mm), présentent des concentrations en CF en moyenne plus élevées et avec de nombreux relevés de contamination >1000 CF/100mL. Une seule série de relevés apparaît significativement plus élevée que les autres (test de Friedman): la série du 27 juin, qui correspond par ailleurs aux plus fortes pluies enregistrées dans les 72h.

A partir du 26 juillet, les campagnes ont été réalisées par temps sec ou très faiblement pluvieux et aucun épisode de contamination >1000 CF/100 mL n'a été enregistré.

Les résultats obtenus en milieu de rivière confirment cette influence des conditions météorologiques. Deux séries de campagnes identiques ont été réalisées : les 16 juin et 7 juillet d'une part (en 5 sites) et les 19 juillet, 2 août et 16 août d'autre part (en 10 sites). Les moyennes enregistrées lors de ces campagnes (tableau 18) sont deux fois plus élevées lorsque de fortes précipitations ont été enregistrées dans les jours précédant l'échantillonnage.

Tableau 18 – Moyenne des mesures de CF obtenues en milieu de rivière

Campagne	Moyenne (UFC/100mL)	Pluvio quotidienne maximale (mm) sur 72h
16 juin	1282	16.5 (J-1)
7 juillet	486	0
19 juillet	868	1.1 (J-1)
2 août	1809	12.6 (J-1)
16 août	1547	23.5 (J-2)

Profil spatial

Nous avons cherché à caractériser les variations spatiales de la pollution sur chaque rive. Pour ce faire, nous avons comparé (+/-), pour chaque campagne d'analyse, les valeurs obtenues à chaque site avec celles du/des site(s) le précédent. Nous avons considéré comme neutre toute variation dans une marge de 10%, correspondant à la marge rapportée de variation due aux erreurs de mesure par la technique de membrane filtrante [41]. Les tendances générales se dégageant sur les deux rives sont les suivantes:

Rive sud: De MI0 à MI1, la contamination augmente de façon quasi systématique d'un facteur 2 à 20, puis elle augmente encore au niveau du site MI2, pour ensuite diminuer jusqu'au site MI4.1. Au niveau de MI5, de fréquents accidents de contamination donnent une pollution très élevée puis elle rediminue largement au niveau du site MI6.1, et augmente au site MI7 pour rester environ constante jusqu'à MI12. Les deux derniers sites, soit MI 10 et 11, présentent une contamination un peu plus élevée.

Rive Nord: Les variations inter et intra sites sont beaucoup plus fortes. Il se dégage cependant une augmentation de la contamination entre les sites RN1 et RN2. Le site RN3 apparaît moins

contaminé mais la pollution réaugmente ensuite pour atteindre un maximum au niveau du site RN4.1. Pour les sites plus en aval, la contamination est très variable selon les campagnes d'échantillonnage.

Les profils sont donc différents sur les deux rives: les fluctuations ne se font pas parallèlement. De plus, aucun lien n'a pu être établi entre les valeurs obtenues en milieu de rivière et celles sur les rives en vis à vis. Même si les campagnes en rive et en milieu de rivière n'étaient pas harmonisées dans le temps, cette constatation nous confirme l'hypothèse déjà formulée l'an passé sur la difficulté de prédire la qualité de l'eau en rive par des résultats obtenus en milieu de rivière. De plus, nous avons cette année pu obtenir des résultats des mesures de CF dans les prises d'eau brute des villes de Sainte-Thérèse et Saint-Eustache. Les points en rive les plus proches de la prise d'eau de Sainte-Thérèse étaient les points MI 4.1, RN 4.1 (en amont) et MI 5 (en aval). La corrélation entre les mesures de CF obtenues à ces sites et celles à la prise d'eau est très mauvaise, avec des valeurs du coefficient de corrélation r^2 respectivement de 0.03, 0.01 et 0.23 aux sites MI 4.1, RN 4.1 et MI 5. De même, la prise d'eau de Sainte Eustache se trouve à hauteur des points MI 1, RN 1, MI 2 et RN 2, mais aucune corrélation positive et significative n'a pu être obtenue. Ceci confirme encore une fois la difficulté à prédire la qualité de l'eau en rive par des mesures bactériologiques en milieu de rivière.

L'étude générale de la campagne d'analyse 2000 met donc en évidence une forte variabilité spatiale et temporelle des contaminations en coliformes fécaux.

4.4.2 Impact du réseau d'assainissement

Nous avons cherché des explications aux profils particuliers obtenus en rive dans les contextes locaux de pollution urbaine. Nous avons pour ce faire mis en relation les mesures de CF et les données de surverse pour les ouvrages d'assainissement.

- **Étude des pointes de contamination**

Pour différentes stations d'échantillonnage situées juste en aval de point de surverse des réseaux d'égouts sanitaires, une relation a pu être établie entre des pointes de contamination et des épisodes de surverse. Le tableau 19 résume cette approche. Les dates de surverse consistent le plus souvent en un intervalle de temps qui correspond à la durée écoulée entre deux contrôles. Tous les trop-pleins ne sont en effet pas équipés d'enregistreur en temps réel et l'information qualitative ici indiquée constitue le seul suivi effectué par la Ville de Laval. Nous indiquons également les dates de fortes pluies, le cas échéant.

Ainsi, pour les sites MI 2, 3 et 11 nous avons pu associer des épisodes de surverse aux pointes de contamination. On peut remarquer qu'aux épisodes de surverse correspond généralement un jour de pluie. Nous pouvons formuler l'hypothèse que les débordements aient eu lieu ces jours de pluie. Cependant, les jours de pluie ne correspondent pas toujours au jour de la campagne d'échantillonnage, mais parfois aussi à la veille ou l'avant veille. Ainsi, selon ces hypothèses, une

surverse de réseau pourrait encore provoquer un impact environnemental 2 jours après le débordement.

Il est regrettable qu'aucun prélèvement n'ait eu lieu immédiatement après une forte pluie (maximum enregistré le jour d'un prélèvement : 1.5 mm), auquel cas nous aurions pu juger de l'impact direct des pluies d'orage. Après 1 ou 2 jours, l'effet doit être estompé, et il est fort probable que nos mesures minimisent alors l'impact.

Tableau 19 – Pointes de contamination, surverses et épisodes pluvieux.

SITE ÉCHANTILLONNAGE	NUMÉRO CAMPAGNE	CF (UFC-100ML)	OUVRAGE D'ASSAINISSEMENT SUSPECTÉ	SURVERSE	DATE PLUIE>2MM
MI 0	7	580	Assainissement autonome	n.a.	J-2
	10	570			J-2
MI 1	7	4700	TP dans pluvial	n.d.	J-2
MI 2	2	6000	PP Laval Ouest et TP 12	oui	-
	7	5100		oui	J-2
	9	2000		oui	J-1
MI 3	7	9200	TP 13 (bassin de rétention)	oui	J-2
MI 4.1	5	1000			J-2
MI 5	7	8000	TP 7	n.d.	J-2
	8	46000			J-1
	10	2800			J-2
MI 11	6	1800	TP Claude	non	-
	10	1100		oui	J-2
MI 10	10	3600	Assainissement Autonome	n.a.	J-2

*: pompe en panne

n.a.: non applicable; n.d.: non disponible

Pour d'autres sites, des pointes de contamination ont pu être observées sans pour autant pouvoir les relier à des épisodes de surverse (soit par l'absence de points de rejets en amont soit par l'absence de débordements ou de suivi des ouvrages de surverse). Nous avons toutefois recherché des sources de contamination possibles.

La station **MI 0** se situe juste en amont de la rivière et constitue un témoin pour notre étude. Les résultats y sont généralement bons, <100 CF/100mL, sauf pour les séries des 27 juin et 18 juillet où la concentration a dépassé les 500 CF/100mL. On ne recense aucun rejet spécifique en amont de la station, sauf l'émissaire de la station d'épuration de Deux-Montagnes, sur la rive opposée. Mais celui-ci se situe juste en vis à vis du point MI 0 et ainsi il est difficilement envisageable, compte tenu du courant, que le panache de pollution affecte le point MI 0. Les deux fortes concentrations ont été obtenues après de forts épisodes pluvieux et laissent à la fois suspecter une contamination générale des eaux (par l'amont) et une possibilité de débordement des ouvrages d'assainissement autonome, nombreux dans le secteur (champ d'épuration dysfonctionnel ou fosse septique pleine).

Les valeurs de CF obtenues au site **MI 1**, la Berge aux Quatre Vents, sont nettement plus élevées que celle de l'an passé (où la valeur maximale obtenue n'y était que de 31 CF/100mL), et ce, même durant le mois de mai, où les campagnes ont eu lieu après plusieurs jours consécutifs de temps sec. Jusqu'au début du mois de juillet, la STEP de Deux-Montagnes by-passait en totalité les

eaux usées en provenance de la ville. Le rejet de ces eaux non traitées se faisait au même point que l'émissaire, à savoir juste en amont du Barrage du Grand-Moulin. Au niveau du barrage, des rapides sont susceptibles de diffuser la pollution jusque sur la rive sud, ce qui pourrait expliquer en partie les mauvais résultats de mai et juin. Cependant, à partir de début juillet, toutes ces eaux étaient traitées et de mauvais résultats ont encore été obtenus. En outre, d'excellentes valeurs ont pu être obtenues en milieu de rivière en vis à vis de ce site (MR1), orientant nos recherches vers une source locale de contamination. Le seul rejet s'effectuant en rive en amont est un égout pluvial. L'an passé, ce même égout ne semblait pas affecter les mesures, que ce soit par temps sec ou par temps humide. Les résultats les plus élevés ont cependant été obtenus cet été après des épisodes pluvieux (écartant la possibilité de raccordements croisés récents). Aussi, nous suspectons un trop plein sanitaire, de construction récente (poste Saint-François Mauriac) et relié à ce pluvial de déverser des eaux usées sanitaires par temps de pluie. La Ville de Laval ne dispose pas de suivi pour cet ouvrage.

Le site **MI 5** a présenté de nombreux relevés avec de fortes valeurs en CF après le 27 juin. Malheureusement aucun suivi pour le trop plein se déversant juste en amont n'est effectué par la Ville de Laval. Cependant une visite sur le terrain après une nuit fortement pluvieuse nous a permis d'identifier une plaque d'égout, à quelques mètres de la rivière, pour laquelle des signes de débordements sur rue étaient évidents. Par ailleurs, nos investigations, ont montré que l'usine de filtration de la Ville de Laval, se situant à quelques centaines de mètres en amont du point MI 5, rejette ses eaux de lavage de filtres directement à la rivière. Les analyses alors réalisées sur ces eaux (dont le détail est donné en annexe H) n'ont pas montré de très fortes concentrations en CF (maximum de 800 CF/100mL après 4 min de lavage), mais tout de même supérieures aux exigences de rejet de MENV pour les effluents de STEP. En outre, la concentration des eaux de lavage atteint 19 000 spores /100mL après 3 min de lavage, ce qui indique une possible contamination par les pathogènes *giardia sp* et *cryptosporidium sp*. De tels à-coups de contamination dans la rivière pourraient compromettre la qualité de l'eau au niveau des prises des usines de filtration.

Le point le plus en aval de la rivière, le point **MI 10**, ne se situe après aucun rejet d'égout identifié. Une pointe de contamination a pourtant eu lieu le 18 juillet. Il s'agit d'un quartier avec des habitations équipées de systèmes d'assainissement autonome qui pourraient être défectueux (des plaintes à ce sujet ont par ailleurs été rapportées auprès d'organismes environnementaux).

Enfin, comme évoqué dans la section "étude temporelle", les campagnes réalisées après des épisodes pluvieux présentent non seulement plus d'accidents de contamination, mais les mesures à tous les sites sont globalement plus élevées, ce qui témoigne d'une altération générale de la qualité des eaux par temps pluvieux. Les dysfonctionnements évoqués ci-dessus sont à mettre en cause, ainsi que la contamination par les rejets d'égouts pluviaux. Précisons également qu'un temps frais et pluvieux permet une meilleure survivance des coliformes dans l'eau (annexe E2), moins affectés par les rayonnements UV solaires.

- **Impact des stations d'épuration**

Sur la rive sud, on recense deux émissaires de station d'épuration, Fabreville et Auteuil. Sur la rive nord, ce sont 6 municipalités qui rejettent tour à tour leurs effluents dans la rivière.

En théorie, durant l'été 2000, toutes les municipalités devaient voir leurs eaux usées traitées avant rejet dans la rivière. Dans les faits, l'été 2000 a plutôt été une période de mise en route, de rodage des STEP, avec des dysfonctionnements.

Sur la rive sud, les deux usines de Laval, **Fabreville** et **Auteuil** comportaient cet été pour la première fois une étape de désinfection des effluents. Selon les opérateurs des stations, les exigences environnementales au niveau de l'effluent, soit 500 CF/100mL, ont été respectées durant toute notre période d'étude. De fait les deux sites de prélèvements situés juste en aval des émissaires (MI 4 et 8) n'ont pas montré de contamination particulière au cours des campagnes de prélèvements. La ville de Laval avait mené des campagnes d'échantillonnage semblables durant les étés 92, 94 et 95 (les détails des résultats sont donnés en annexe I). A cette époque, le site MI 4, en aval du rejet de Fabreville, montrait une contamination nettement supérieure au point MI 3 (respectivement 3962 et 890 CF/100 mL en 1992 contre 377 et 1032 CF/100 mL en moyenne en 2000). La désinfection des effluents semble donc avoir un effet notable sur la qualité de l'eau en rive.

Sur la rive nord, les points RN 3 et 7, respectivement situés en aval des émissaires des stations d'épuration de **Saint-Eustache** et **Rosemère**, ne présentent pas de contamination spécifique. Ces deux stations possèdent une unité de désinfection par rayonnement UV. À Saint-Eustache, les teneurs moyennes en CF des effluents ont été respectivement de 686 et 491 CF/100mL durant les mois de mai et juin. Pour cause de travaux, la station a entièrement by-passé les eaux durant la semaine du 12 au 16 juin. Le programme en rive nord n'avait alors pas encore débuté, mais une campagne en milieu de rivière le 16 juin n'a pas mis en évidence de contamination anormalement élevée au point MR 3, situé en aval de l'émissaire (780 CF/100 mL le 16 juin contre 1150 en moyenne sur l'été à ce site). Ceci nous montre la difficulté à prévoir la localisation du panache de pollution, qui passe peut-être plus au nord que notre station de prélèvement MR 3. Les conditions hydrodynamiques dans la rivière des Mille-Îles, compte tenu des alternances de rapides et de secteurs calmes, ainsi que des nombreuses îles, sont particulièrement complexes et nous obligent à d'autant plus de prudence dans nos interprétations. Pour la station de Rosemère, différents travaux ont conduit à un traitement partiel durant le mois de juin (concentration moyenne de l'effluent : 14 000 CF/100 mL). Nous ne disposons pas de données d'analyse de l'eau de la rivière à ce niveau pour le mois de juin, ni sur la rive nord, ni en milieu de rivière.

Le point RN 4.1, situé en aval de la station de **Boisbriand**, présente une contamination élevée (4090 CF/100 mL en moyenne cet été). De plus, le point MR 5, situé juste en aval de l'émissaire présente lui aussi une contamination très élevée (≥ 3900 CF/100 mL). Ces résultats semblent refléter l'impact des effluents de la station, non désinfectés cet été (nous n'avons pu obtenir de caractérisation de ces effluents).

Le point suivant sur la rive nord, le point RN 6.1, présente une contamination assez élevée en moyenne (1970 CF/100 mL), mais ayant notablement chuté depuis le point précédent. Il pourrait s'agir du même panache de pollution ou bien de l'impact de la station de **Sainte-Thérèse**. Cependant, les résultats d'analyse sur les effluents en sortie des étangs aérés de Sainte-Thérèse donnent de bons

résultats, généralement inférieurs à 200 CF/100 mL. Du 20 au 24 juin, les eaux usées ont été entièrement by-passées. Malheureusement aucune campagne de prélèvement n'a eu lieu durant cette période, ce qui aurait pu nous permettre de juger de l'emplacement de la station de prélèvement par rapport au panache de pollution.

Par ailleurs, aucun prélèvement en rive nord n'a été réalisé à hauteur des stations d'épuration de **Terrebonne** et de **Lachenaie-Mascouche**, situées dans la région de Lanaudière. Cependant, les bons résultats obtenus en milieu de rivière au point MR 10, conjugués à la bonne qualité bactériologique de l'effluent en sortie des étangs aérés de Terrebonne (134 CF/100 MI en moyenne) laissent envisager un impact minime de cette station.

4.4.3 Perspective historique

Nous avons pu comparer nos données à celles du passé ainsi que chercher à vérifier les tendances dégagées par l'étude menée en 1999. La diminution de contamination observée en 1999 aux prises d'eau brute ne s'est pas confirmée. Les teneurs moyennes en coliformes totaux ont pratiquement doublé par rapport à 1999 aux prises de Saint-Eustache et Sainte-Thérèse, pour revenir à des niveaux comparables aux années 1997 ou 1998. Par contre, une diminution notable de la contamination est observable en juillet 2000 à la prise d'eau de Sainte-Rose.

Tableau 20 – Mesures de coliformes totaux aux prises d'eau brute des usines d'épuration (UFC/100mL)

USINE FILTRATION	2000	1999	1998	1997
Saint-Eustache	3127	1290	2617	3000
Sainte-Thérèse	1837	821	1182	2766
Sainte-Rose	2320	5825	7800	8800

En rive sud, l'étude de l'été 1999 réalisée par le ministère de l'Environnement avait donné des résultats encourageant sur deux sites, la Berge aux Quatre Vents (MI 1) et la Berge des Baigneurs (MI 5), laissant y envisager un potentiel de baignade. Cet été, les résultats obtenus sur ces deux sites dépassent quasi systématiquement la valeur de 200 CF/100mL (figure 3). D'un autre côté, la qualité de l'eau à la Berge des Goélands (MI 2) et à la plage Idéale (MI 7) s'est nettement améliorée cette année, avec une contamination moyenne en ces sites 3 fois moins élevée que l'an passé (1216 contre 3485 CF/100 mL à MI 2 et 353 contre 1400 CF/100 mL à MI 7). La qualité de l'eau est aussi meilleure cet été au parc de la rivière des Mille-Iles (MI 4.1 : 326 contre 611 CF/100 mL).

Cependant, les relevés présentent toujours une grande variabilité et nos campagnes ne présentent que des portraits instantanés. La prudence s'impose donc dans les interprétations.

La situation semble aussi s'être améliorée en milieu de rivière par rapport au début des années 1990. Durant l'été 1991, on enregistrait au niveau de la prise d'eau de Saint-Eustache une teneur moyenne de 1000 CF/100 mL [33], contre 650 CF/100 mL en 2000. De même, à Sainte Thérèse, la contamination est passée durant la même période de 1300 à 380 CF/100 mL.

La progression la plus notable en milieu de rivière est obtenue en aval, à hauteur de Terrebonne (station MR 10). Trois échantillonnages ont été effectués. Deux de ces campagnes ont

donné des mesures de coliformes fécaux < 300 UFC/100 mL alors que les années passées, le suivi par Réseau Rivière (5 mesures par été en moyenne) donnait des valeurs significativement plus élevées. Les minima obtenus au cours des 5 années passées ont été de 4800 en 1995, 1300 en 1996, 1100 en 1997, 550 en 1998 et 470 CF/100 mL en 1999. Cette progression est très encourageante, même si une forte contamination, 3300 CF/100 mL le 2 août, a pu être enregistrée cet été le lendemain d'une forte pluie.

Bilan :

Les analyses bactériologiques de l'été 2000, mises en perspective avec les données historiques, montrent une amélioration de la qualité générale de la rivière des Mille-Îles sur le paramètre coliformes fécaux durant la dernière décennie.

Cependant, la contamination reste relativement élevée et de nombreuses pointes de contamination ont pu être relevées pendant l'été. Ces pointes de contamination ont pu être associées à des épisodes de débordements des ouvrages de surverse et à d'autres apports suspectés de pollution par temps de pluie (dysfonctionnement des systèmes d'assainissement autonome, déversements des égouts pluviaux). Aussi nous avons cherché à développer un outil prédictif de la qualité de l'eau à partir des données pluviométriques du secteur.

4.5 Élaboration d'un outil prédictif de la qualité microbiologique de l'eau

Nous avons cherché une relation entre les relevés pluviométriques et les mesures de coliformes fécaux. Nous avons travaillé sur les relevés du pluviomètre de Laval-Ouest de la Ville de Laval. Nos données brutes consistaient en (i) la quantité totale de pluie tombée chaque jour et (ii) un fichier détaillé nous indiquant la date et heure de chaque 0.1mm tombé.

Une pluie fine continue n'ayant pas le même impact sur le réseau d'assainissement (ni le même comportement de ruissellement) qu'une pluie d'orage, nous avons retenu différents outils descriptifs permettant de caractériser les pluies :

- Quantité maximale de pluie tombé en 10 min glissantes,
- Quantité maximale de pluie tombée en 1h glissante.

Ceci nous a permis de distinguer les pluies continues des pluies d'orage.

4.5.1 Pluviométrie et mesure de coliformes fécaux

Les campagnes de prélèvement n'ont jamais été réalisées par temps de forte pluie : le maximum pluviométrique enregistré le jour d'une campagne a été 1.5 mm le 27/06. Aussi, nous avons élargi notre analyse aux deux jours précédant le prélèvement. Ce choix a aussi été guidé par la mise en relation des épisodes de surverse et des contaminations, qui suggère un impact toujours notable après 2 jours (tableau 19).

Pour certains sites de la rive sud, nous avons pu observer une relation significative entre les précipitations et la qualité bactériologique de l'eau. Le tableau 21 présente les corrélations obtenues: coefficients de corrélation r (Pearson) entre les mesures de CF aux différents sites et les quantités

maximales de pluies tombées en 10 min, 1h et 24h durant les précédentes 72h au site de Laval-Ouest.

Tableau 21 – Corrélation r (Pearson) entre les mesures de coliformes fécaux obtenues aux sites MI et les données pluviométriques sur 72h.

SITE	PLUVIO LAVAL-OUEST ENTRE J ET J-2			OUVRAGE ASSAINISSEMENT SUSPECTÉ
	QMAX 10 MIN	QMAX 1H	Q MAX 24H	
MI 0	0.680*	0.580*	0.584*	Assainissement autonome
MI 1	0.903**	0.888**	0.830**	TP François Mauriac dans pluvial
MI 2	0.894**	0.882**	0.396**	PP Laval-Ouest
MI 3	0.885**	0.872**	0.807**	TP 13
MI 4	0.549	0.551	0.632*	Surverses entrée STEP Fabreville? ^b
MI 4.1	0.457	0.546	0.396	
MI 5	0.356	0.491	0.431	
MI 6.1	0.625*	0.682*	0.680*	PP Sainte-Rose
MI 7	0.581*	0.649*	0.590*	Pluvial dans ruisseau
MI 8	0.614*	0.653*	0.609*	Surverses entrée STEP Auteuil? ^b
MI 9	0.534	0.542	0.453	
MI 13	0.604*	0.581*	0.522	TP Rondeau
MI 12	0.222	0.134	0.153	
MI 11	-0.046	-0.078	-0.045	
MI 10	.085	-0.041	0.045	

** Corrélation significative au seuil de 1%

* Corrélation significative au seuil de 5%

^a En éliminant le relevé du 23/05/2000, dont la forte contamination était due à la panne d'une pompe

^b Suivi non disponible

Ces résultats mettent donc en évidence une influence significative de la pluviométrie sur la contamination des eaux. Cependant, seules les campagnes 5, 7 et 8 ont fait suite à des pluies > 5 mm entre J et J-2. De fait, il est apparu difficile de développer plus avant l'analyse en utilisant ces seuls résultats.

Cependant, les épisodes de surverse en réseau sont à l'origine de pointes de contamination. Aussi, nous avons décidé de mettre en relation les données de surverse et les données pluviométriques afin de déterminer un seuil pluviométrique susceptible de provoquer des surverse et donc de détériorer la qualité de l'eau.

4.5.2 Pluviométrie et débordements de réseau

Nous avons obtenu le suivi des surverses en réseau pour les villes de Laval et Saint-Eustache ainsi que les dates de by-pass en entrée de station d'épuration pour Sainte-Thérèse (annexe K).

A l'entrée de la station d'épuration de Sainte-Thérèse, on comptabilise 17 jours avec épisode(s) de by-pass (non du à des arrêts techniques) pour les mois de mai et juin, soit une fréquence de 28%. Si l'on considère les seuls jours sans pluie, cette fréquence chute à 10%, tandis que

-67% des jours où il a plu plus de 13 mm sont associés à des by-pass.

-respectivement 62 et 100% des jours où il a plu plus de 2 et 4 mm en 10 min sont associés à des surverses.

Pour le réseau de la station d'épuration de Fabreville, on recense 9 trop-pleins, dont 5 ont débordé sur la période mai-août 2000, avec un maximum de 3 épisodes³ de surverse. Le poste de pompage de Laval-Ouest apparaît comme l'ouvrage le plus problématique : il a débordé 24 fois durant l'été et charrie 20% du débit total entrant en station. C'est à ce point que les plus gros volumes rejetés à la rivière sont attendus. Pour le réseau de la STEP d'Auteuil, seuls deux trop-pleins sur les 8 se déversant dans la rivière des Mille-Îles ont débordés. L'un d'entre eux charrie de faibles volumes et c'est donc le TP 8 (9% du débit total) qui apparaît le plus problématique, avec 4 épisodes de surverses pendant l'été. Nous ne disposons malheureusement pas de données pour les ouvrages principaux de pompage pour les mois de juin et juillet. Cependant, le faible nombre de surverses enregistrées en mai, mois pourtant très pluvieux, laisse espérer un bon fonctionnement des postes.

Le secteur Saint-François compte 4 trop-pleins, dont 3 ont débordé de 2 à 9 fois durant l'été.

Nous avons cherché à mettre en relation les épisodes de surverse et les données pluviométriques. Ainsi, pour chaque intervalle de contrôle, nous indiquons les pluies maximales enregistrées sur 10 min, 1h et 24h. L'analyse des intervalles pour lesquels **au minimum deux ouvrages ont débordé** montre que pour les réseaux de Fabreville et Auteuil, les mêmes critères pluviométriques sont rencontrés :

- Pluie sur 24h > 16.5 mm, et
- Pluie sur 1h > 10.5 mm, et
- Pluie sur 10min > 4.3mm

Cependant, pris isolément, le critère P10 min > 4 mm est celui pour lequel le moins d'exceptions sont rencontrées. A l'exception d'un intervalle, à chaque fois qu'une telle pluie a eu lieu, une ou plusieurs surverses se sont produites. Par contre, des surverses isolées ont pu être enregistrées sans satisfaire ce critère. Elles correspondent généralement à des pluies d'intensité plus faible (P10min < 3 mm) mais d'accumulation notable (P24h > 10mm), faisant suite à plusieurs journées consécutives de temps sec. Une possible raison à ces débordements est l'accumulation de dépôt sanitaire durant les périodes de temps sec, pouvant conduire à des blocages dans les conduites lors de la survenue de pluies.

Le secteur Saint-François apparaît lui plus vulnérable aux précipitations. Pour chaque intervalle ayant enregistré une pluie sur 10 min > 2mm, une ou plusieurs surverses sont rapportées. Les autres surverses concernent uniquement le poste Claude, un ouvrage récent encore en rodage.

Ainsi, le secteur Saint-François apparaît plus réactif que les deux autres réseaux. Il s'agit d'un réseau pseudo-séparatif dans une zone argileuse où l'infiltration est mauvaise. Les pluies des zones perméables, bloquées sur la couche argileuse très vite saturée, percolent dans la tranchée sanitaire.

De ce fait, les pluies sont d'autant plus susceptibles de provoquer de forts à coups hydrauliques dans le réseau et donc de conduire à des surverses dans la rivière.

³ un "épisode" de surverse correspond à un contrôle positif entre deux visites. Chaque "épisode" correspond donc à une ou plusieurs surverses sur l'intervalle de temps donné.

5 Discussion

5.1 Collecte des informations

La réalisation de ce travail de mémoire a demandé l'implication de différents partenaires (municipalités, Ministères de l'Environnement et des Affaires Municipales, organismes non-gouvernementaux) afin de (i) recueillir les informations nécessaires à la compréhension du contexte, (ii) mettre en place la campagne d'analyse 2000, et (iii) collecter les données nécessaires à leur interprétation. Nous avons dû faire face à de nombreuses difficultés institutionnelles pour accéder à des informations, notamment les données sur le fonctionnement réel des stations d'épuration (analyse des effluents, suivi des surverses). Les informations ne nous ont généralement été transmises, le cas échéant que tardivement dans l'été. Le découpage de la rive nord de la rivière en 11 municipalités a en outre demandé la multiplication des démarches.

Précisons également que la campagne d'analyse sur la rive nord était la première jamais réalisée sur cette rive. Il s'agit donc d'une première approche, aussi bien au niveau des techniques de terrain que de laboratoire. La mauvaise reproductibilité des résultats nous a amené à corriger certains aspects du protocole d'analyse (volume filtré, utilisation de l'incubateur). Aussi, nous n'avons pu procéder à l'analyse détaillée de ces résultats mais la démarche est maintenant établie pour les campagnes à venir.

Au final, notre étude a été majoritairement orientée vers la rive sud, constituée d'une seule municipalité, Ville de Laval, facilitant la disponibilité des informations. Or, la rive sud compte moins de 20% de la population totale du bassin de la Rivière des Mille-Îles, il apparaît donc essentiel de poursuivre le travail initié cet été et de procéder dans les années à venir à l'analyse détaillée des rejets urbains provenant de la rive nord.

L'étude que nous avons menée constitue la première de ce type sur le secteur de la rivière des Mille-Îles. Il s'agit d'un départ prometteur dans la sensibilisation et la coordination des différents partenaires. Cette année, notre étude a été limitée par la non-disponibilité de certaines informations. Mais cette collecte devrait dorénavant être plus aisée.

5.2 Sources de pollution

L'étude des sources de pollution a mis en avant les rejets urbains comme pression de pollution majeure sur le bassin versant de la rivière des Mille-Îles. Cependant, nos données sur les rejets industriels et agricoles se sont avérées limitées et une analyse plus poussée serait d'intérêt. Par ailleurs il serait intéressant de connaître l'apport de pollution microbiologique par les affluents de la rivière des Mille-Îles, notamment les rivières du Chêne et Mascouche, provenant de secteurs agricoles.

5.3 Mise au point campagne 2000

La campagne d'échantillonnage 2000 a été mise en place en collaboration avec différents partenaires. Nous avons pu adapter ces campagnes à notre démarche sanitaire, notamment par le choix des sites de prélèvements, mais nous avons aussi dû prendre en compte les orientations des différents partenaires impliqués.

Le temps nécessaire pour rencontrer les différents acteurs et pour définir ensemble les modalités logistiques des campagnes ne nous a pas permis de débiter le programme en milieu de rivière avant le 16 juin, et celui en rive nord avant le 27 juin. Ces délais ont été pénalisants pour le nombre et l'analyse des résultats.

Par ailleurs, les prélèvements et analyses pour chaque campagne (rive nord, rive sud, milieu de rivière) ont été réalisés par différentes personnes et techniques, nous obligeant donc à autant plus de prudence dans la comparaison des résultats. Pour plus de fiabilité, il serait préférable dans une démarche ultérieure d'harmoniser les techniques de prélèvement et de réaliser toutes les analyses dans un même laboratoire.

Enfin, notre analyse a montré qu'il est difficile de prévoir le panache de pollution des rejets. Une étude de courantologie sur la rivière permettrait de connaître ces zones d'influence et de donner plus de précision à l'étude.

5.4 Activités récréatives et risques sanitaires

Nous avons choisi comme paramètre d'analyse les coliformes fécaux dans un souci d'harmonisation avec les campagnes précédentes (et celle déjà définie sur la rive sud par la CUM), de facilité de mise en œuvre et d'adéquation avec la réglementation. Cependant, ils présentent l'inconvénient d'être moins résistants que certains pathogènes aux traitements de désinfection et ainsi une eau contenant une faible concentration en CF n'est pas nécessairement une eau exempte de germes pathogènes plus résistants tels les virus.

C'est pourquoi dans le secteur des Mille-Îles, où de nombreuses STEP effectuent un traitement de désinfection par UV, il pourrait être intéressant d'utiliser un autre indicateur microbien, plus résistant. Dans cette optique, certains auteurs ont déjà pu soulever l'intérêt des entérovirus [11]. Cependant, ils posent des difficultés de mise en œuvre et de coût.

Dans l'état actuel des choses, la contamination par les CF, même si minimisante, nous indique une contamination suffisamment forte pour mettre en péril les activités de baignade. Aussi, à ce stade de contamination, les CF fécaux apparaissent comme un indicateur adapté, mais dont la pertinence serait à discuter en cas de contamination plus faible.

Aucun site sur la rivière n'a satisfait les critères de qualité recommandés par Santé Canada pour les eaux de baignade (200 CF/100 mL). Les relevés de coliformes fécaux montrent une très grande variabilité intra et inter-site qui fragilise le potentiel de baignade. La rivière apparaît trop tributaire des rejets urbains pour pouvoir y envisager une baignade sécuritaire à court ou moyen terme.

Cependant, certains sites présentent une contamination moyenne proche du seuil réglementaire pour la baignade, tel au site le plus fréquenté, le Parc de la Rivière des Mille-Îles (MI

4.1) où la contamination moyenne sur l'été est de l'ordre de 300 CF/100mL. Ce site semble relativement protégé de pointes de contamination, malgré les nombreux épisodes pluvieux de l'été. On y rencontre sans problème la norme de 1000 CF/100 mL pour les activités de contact secondaire. De plus, si l'on se reporte aux études épidémiologiques, les risques sont relativement faibles pour des activités sans contact global ni ingestion d'eau, même dans une eau relativement contaminée [13]. Par ailleurs, mentionnons les bénéfices pour la santé de la pratique d'une activité sportive. Cependant, une concentration de 1800 CF/100 mL a pu être relevée le 16 juin à hauteur du Parc en milieu de rivière. La veille une forte pluie (15 mm) s'était abattue sur le secteur, ce qui nous montre tout de même que l'eau peut présenter des épisodes de plus forte contamination en certains lieux dans le Parc. Il apparaît alors d'autant plus légitime de ne pas envisager d'activités de baignade que les nageurs pourraient s'aventurer à l'écart des rives et rencontrer de tels panaches de pollution.

De plus, les échantillonnages en rive ont été réalisés en surface. On peut s'attendre à des concentrations plus élevées dans les sédiments, que les baigneurs pourraient remettre en suspension. Enfin, tempérons notre analyse par les forts débits enregistrés cet été, qui ont pu contribuer à la dilution de la contamination, qui pourrait être plus forte (lors de surverses) par un été plus sec.

Ainsi, même pour des activités nautiques, la prudence s'impose et tout contact avec l'eau devrait être suivi de mesures préventives (douche, lavage des mains). Nous recommandons la réalisation d'une campagne de sensibilisation. La mise en place de facilités sanitaires extérieures serait souhaitable.

Enfin, il apparaît intéressant de confronter les résultats à une autre réglementation, celle en vigueur dans les pays membres de la CEE. La paramètre d'analyse pour les eaux de baignade y est E.Coli, avec deux valeurs seuils : un nombre guide de 100 UFC/100 mL et un nombre impératif de 2000 UFC/100 mL. Sur la base de ces normes impératives et guides définies dans la directive CEE 76/160 du 8 décembre 1975, quatre catégories sont distinguées pour la qualité des eaux de baignade en France (annexe L). Ainsi, une plage pour laquelle 95% des relevés sont inférieurs à 2000 UFC/100 mL est classée en catégorie B « eaux de qualité moyenne » et est ouverte à la baignade. Suivant cette réglementation plus souple que la réglementation canadienne⁴, les sites MI 0, 4, 4.1, 6.1., 7, 8, 9, 13, 12 et 11 seraient potentiellement aptes à la baignade (un nombre supérieur d'échantillons serait toutefois nécessaire pour pouvoir conclure). Ces différentes orientations soulèvent la question du niveau de risque jugé acceptable pour la population.

5.5 Assainissement

Les résultats obtenus cet été et mis en perspective avec les résultats du passé montrent une amélioration globale de la qualité des eaux de la rivière. Ceci est particulièrement vrai en aval, où la contamination a grandement diminué ces dernières années. Ainsi, la mise en place des usines de traitement des eaux usées, puis des unités de désinfection des effluents ont permis de réduire

⁴ En considérant une réglementation équivalente sur les paramètres E coli. et coliformes fécaux

notablement l'impact des rejets. Cependant, la contamination reste relativement élevée. De fait, 8 émissaires se succèdent dans la rivière. Ils sont relativement rapprochés et semblent pas permettre pas à la rivière une auto-épuration entre chacun d'entre eux. Dans l'optique d'une récupération des usages par la population, un nombre de points de rejet plus limité, voire un seul point de rejet en aval de la rivière (à l'image de la CUM) aurait peut-être été préférable à ces émissaires successifs. Une réflexion à l'échelle régionale et prenant en compte les différents usages, s'avérerait nécessaire pour juger de l'intérêt d'une telle possibilité.

Par ailleurs, en période de pluie, la contamination en rive et en milieu de rivière augmente. Les surverses de réseau dans la rivière sont nombreuses, et on a en partie pu les associer à des pointes de contamination sur les sites à proximité en rive. Les débordements constituent une problématique majeure de la contamination microbiologique de la rivière. Les réseaux pseudo-séparatifs sont nombreux et ne peuvent faire face aux à-coups hydrauliques provoqués par les fortes pluies.

Les normes émises par le Ministère de l'Environnement prennent en compte la récupération des usages et sont ainsi plus sévères l'été en ce qui concerne la teneur en CF des effluents de stations d'épuration. Cependant, les objectifs environnementaux concernant les ouvrages de surverse ne sont émis qu'a posteriori, en tenant compte du fonctionnement réel des ouvrages (souvent dimensionnées pour recueillir des volumes d'eaux correspondant à un temps sec). En outre, les objectifs environnementaux n'ont pas encore été définis pour le secteur de la rivière des Mille-Îles et les épisodes de surverse sont fréquents dans la rivière, surtout en période estivale où les orages provoquent des engorgements de réseau. Ainsi, il faudra encore du temps, et l'implication de différents acteurs, avant que les objectifs soient définis et appliqués. En outre, leur réalisation demandera la mise en œuvre de techniques, telle la construction de bassins de rétention des eaux, afin de diminuer la fréquence des surverses dans la rivière.

Enfin, il est probable que des branchements croisés contribuent à la pollution chronique de certains sites. Des échantillonnages dans les égouts pluviaux permettraient de repérer les secteurs les plus contaminés et de procéder alors à la vérification systématique des branchements. Par ailleurs, nous suspectons des sites (MI 0, MI 10) d'être contaminés par des installations d'assainissement autonome défectueuses. Un suivi de ces ouvrages serait souhaitable.

5.6 Élaboration d'un outil prédictif de la qualité microbiologique

Nous avons cherché à mettre en relation nos différentes données dans l'optique de la production d'un outil prédictif de la qualité de l'eau. Des pointes de contamination ont pu être reliées à des épisodes de surverse des ouvrages d'assainissement, eux-mêmes liés à des événements pluvieux.

Une relation linéaire entre les relevés pluviométriques et les mesures de coliformes fécaux a pu être mise en évidence pour certains sites. Cependant, la petite taille de nos échantillons (n=13 relevés) a limité notre analyse statistique.

Nous avons alors cherché à déterminer les caractéristiques des pluies à l'origine des surverses des ouvrages d'assainissement. Selon les réseaux, des résultats différents ont pu être obtenus, mais

qui convergent tous vers des pluies de forte intensité : une accumulation de 2 à 4 mm en 10min constitue le seuil de danger.

Notre campagne était conçue pour établir un portrait microbiologique de la rivière. Elle a permis de mieux connaître la contamination de la rivière et de repérer des sources de pollution. Ce qui constituait un travail indispensable de la démarche. Les fortes variabilités spatiales et temporelles de la contamination ont notamment pu être mises en évidence.

Aussi une campagne spécifiquement désignée à l'établissement d'un outil prédictif devrait être ciblée sur un site d'usage particulier et avec un suivi très serré permettant une bonne exploitation statistique des résultats. Un échantillonnage quotidien pendant toute une saison estivale serait idéal. Cependant, afin de limiter le nombre de prélèvements, un calendrier adapté aux données pluviométriques serait aussi envisageable. Cette option nécessite cependant une grande souplesse logistique.

La mise en relation des données pluviométriques et des relevés de contamination permettrait de mettre au point un outil prédictif local de la qualité de l'eau en des termes tels que :

« dépassement de la valeur seuil X en indicateur microbien avec une probabilité de Y % pour une pluie cumulée sur 10min / 1h / 24h de Z mm ».

Un tel programme de suivi pluviométrique a été développé pour la plage Blanchard située sur la rivière Magog à Sherbrooke (Québec) [43]. Lors d'une forte pluie, la plage est automatiquement fermée pour 24h et sa réouverture s'effectue systématiquement si aucune autre pluie d'importance n'a lieu à l'intérieur de ce délai de 24h. Le seuil critique est une pluie horaire de 6.8 mm. Leur démarche s'apparente à celle que nous suggérons pour la rivière des Mille-Îles. Une différence notable y est cependant le seul délai de 24h pour la réouverture des plages. Nous avons en effet pu mettre en évidence des traces de contamination 2 jours après les événements pluvieux sur la rivière des Mille-Îles.

Des résultats montrant l'impact sur plusieurs jours des pluies ont aussi été obtenus en France lors de différentes études sur des bassins versants en Bretagne. Legeas et al. [44], pour des plages situées en zones urbaines, ont pu relier les contaminations (CF, SF) aux effets conjoncturels de la pluviométrie de la veille et, plus rarement, des pluies décennales. Par ailleurs, Demillac et al. ont procédé à l'analyse des données du suivi bactériologique (1979-1993) des moules de bouchots à Saint-Brieuc [45]. Dans ce secteur urbain et agricole, une relation entre l'augmentation des contaminations et les variables météorologiques « pluie décennale » et « pluie de l'avant veille » a été mise en évidence. De très fortes contaminations ont pu être observées pour de très fortes pluies de l'avant veille (associées à une saturation des sols de 100% et une mer très forte). Enfin, cette étude a été poursuivie sur la période 1991-1997 [46], une tendance à la baisse des contaminations a pu être observée par des efforts conjugués sur l'assainissement et les pollutions agricoles. Cependant, les contaminations ont de nouveau pu être reliées aux pluies de l'avant-veille et aux pluies décennales fortes.

En outre, la fiabilité d'un outil prédictif basé sur des paramètres environnementaux est tributaire d'un quelconque changement du contexte local : les sources de pollution ne doivent pas être modifiées. En tout état de cause, le calage entre l'indicateur microbien et l'indicateur environnemental devrait être répété sur plusieurs saisons et interprété avec prudence. Un indicateur environnemental ne saurait remplacer des analyses microbiologiques, il permet simplement une autre forme de suivi. Le grand intérêt d'un tel outil réside dans sa fonction d'**alerte**. Contrairement aux analyses microbiologiques, qui nécessitent un délai minimum de 24h pour obtenir les résultats, un indicateur environnemental permet un suivi en temps réel. Mais cette fonction d'alerte ne peut être qu'efficace sans un réseau de gestion de l'information très réactif ainsi qu'une information et responsabilisation des usagers.

CONCLUSION

Le portrait de la contamination microbiologique de la Rivière des Mille-Iles montre des eaux dont la qualité s'est globalement améliorée au cours des dix dernières années. Cependant, la contamination reste suffisamment élevée pour ne pas pouvoir envisager d'activités de baignade à court terme. La qualité des eaux présente une grande variabilité et se détériore sensiblement par temps de pluie. Aussi, la récupération des usages devra passer par une meilleure gestion du système d'assainissement, incluant la collecte des eaux usées, la gestion des débordements ainsi que la gestion des eaux pluviales, et l'application d'objectifs environnementaux adaptés à la protection de cet usage.

La recherche d'un indicateur environnemental prédictif de la qualité microbiologique des eaux laisse envisager le suivi pluviométrique comme un outil prometteur. Cependant, un tel outil ne saurait s'appliquer qu'à une aire restreinte pour laquelle un suivi spécifique et renforcé devra être mis en place afin de procéder à un calage le plus fiable possible de l'indicateur. Si localement la prédiction des variabilités de la qualité de l'eau brute se montre possible, alors un tel outil serait aussi de grand intérêt pour d'autres usages tel les prises d'eau pour l'alimentation en eau potable. Les usines de filtration auraient en effet à ce moyen d'être alertées en temps réel sur les variations de contamination et pourraient renforcer en conséquence leur traitement.

L'élaboration d'un outil prédictif demande néanmoins un travail conséquent. Et sa mise au point ne devrait en aucun cas faire perdre de vue la problématique essentielle qui reste la prise en compte des différents usages et ressources ainsi que l'implication des différents acteurs en vue de réduire la contamination de la rivière dans une perspective de développement durable.

ANNEXES

Annexe A : Micro-organismes pathogènes et risques pour la santé

Annexe B : Cartographie générale de la rivière des Mille-Iles

Annexe C : Cartographie de l'étude. Localisation des émissaires de station d'épuration, des prises d'eau brute, des points de rejet des égouts pluviaux et sanitaires, des points d'échantillonnage.

Annexe D : Les différents types de réseaux d'égout

Annexe E : Notion de coliformes fécaux

Annexe F : Descriptif des sites de prélèvement de la campagne 2000

Annexe G : Pluviométrie été 2000 (pluviomètre de Laval-Ouest)

Annexe H : Analyse des eaux de lavage des filtres de l'usine de filtration de Sainte-Rose (Laval)

Annexe I : Résultats historiques

Annexe J : Suivi des usines de filtration

Annexe K: Suivi des usines d'épuration

Annexe L : Réglementation française pour la qualité des eaux de baignade

BIBLIOGRAPHIE

- 1 – [Santé Canada, 1992] : Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada, Santé et Bien-Être Social Canada, 1992, 110p.
- 2 – [SLV2000, 1996] : LARUE A., GRONDIN J., LEVESQUE B., LARUE R., BOUDREAU D., La baignade dans le secteur d'eau douce du Saint Laurent : Discours et pratiques à propos des risques pour la santé, Centre de Santé Publique de Québec et Direction Régionale de Santé Publique Montérégie, 1996, 110p
- 3 – [DSP MONTREAL-CENTRE, 1999] : Une gestion de l'eau responsable pour «garder notre monde en santé », Direction de la Santé Publique de Montréal-Centre (Unité de Santé au travail et de Santé environnementale en coll. avec l'Unité de maladies infectieuses), 1999, 71p.
- 4 – [PRUSS, 1998] : PRUSS A., Review of epidemiological studies on health effects from exposure to recreational water, *International Journal of Epidemiology*, 1998, 27, 1-9.
- 5 – [STEVENSON, 1953] : STEVENSON A. H., Studies of bathing water quality and health, *Am. J. of Public Health*, 1953, 43, 529-38.
- 6 – [DUFOR, 1984] : Health effects criteria for fresh recreational waters, U.S. Environmental Protection Agency Report EPA-600/1-84-004.
- 7 – [CABELLI, 1982] : CABELLI V. J., DUFOR A. P., McCABE L. J., LEVIN M. A., Swimming-associated gastroenteritis and water quality, *Am. J. of Epidemiology*, 1982, 115, 4, 606-616
- 8 – [SEYFRIED, 1985] : SEYFRIED P. L., TOBIN R. S. , BROWN N. E., NESS P. F., A prospective study of swimming related illness, I-Swimming associated health risk, *Am. J. of Public Health*, 1985, 75, 9, 1068-1070
- 9 - [SEYFRIED, 1985] : SEYFRIED P. L., TOBIN R. S. , BROWN N. E., NESS P. F A prospective study of swimming related illness, II-Morbidity and the microbiological quality of water, *Am. J. of Public Health*, 1985, 75, 9, 1071-1075
- 10 - [VAN ASPEREN, 1998] : VAN ASPEREN I. A., MEDEMA G., BORGDORFF M.W., SPRENGER M.J., HAVELAAR A.H., Risk of gastroenteritis among triathletes in relation to faecal pollution of fresh waters, *Int. J. Epidemiol.*, 1998, 27 (2), 309-15.
- 11 – [FEWTRELL, 1992] : FEWTRELL L., GODFREE A.F., JONES F., KAY D., SALMON R. L., WYER M.D., Health effects of white water canoeing, *The Lancet*, 1992, 339, 1587-1589
- 12- [DEWAILLY, 1986], DEWAILLY E., POIRIER C., MEYER F.M., Health hazards associated with windsurfing on polluted water, *Am. J. of Public Health*, 1986, 76 (6), 690-1.

13 – [FEWTRELL, 1994] : FEWTRELL L., KAY D., SALMON R. L., WYER M. D., NEWMAN G., BOWERING G., The health effects of low contact water activities in fresh and estuarine waters, *J. IWEM*, 1994, 8, 97-101

14 – [ZMIROU, 1990] : ZMIROU D., FERLEY J.P., BALDUCCI F., BALEUX B., FERA P., LARBAIGT G., JACQ E., MOISSONNIER B., BLINEAU A., BOUDOT J., Evaluation des indicateurs microbiens du risque sanitaire lié aux baignades en rivière, *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*, 1990, 38, 101-110

15 – [FLEISHER, 1996] : FLEISHER J. M., KAY D., SALMON R. L., JONES F., WYER M. D., GODFREE Q. F., Marine waters contaminated with domestic sewage : nonenteric illness associated with bather exposure in the United Kingdom, *Am. J. of Public Health*, 1996, 86, 9, 1228-1234.

16 – [KAY, 1994] : KAY D., FLEISHER J. M., SALMON R. L., JONES F., WYER M. D., GODFREE A. F., ZELENAUCH-JACQUOTTE Z., SHORE R., Predicting likelihood of gastroenteritis from sea bathing : results from randomised exposure, *The Lancet*, 1994, 344, 905-909

17 – [VAN ASPEREN, 1995] : VAN ASPEREN I. A., DE ROVER C. M., SCHIJVEN J. F., BAMBANG OETOMO S., SCHELLEKENS J. F. P., VAN LEEUWEN N. J., COLLE C., HACELAAR A. H., KROMHOUT D., SPRENGER M. W. J, Risk of otitis externa after swimming in recreational fresh lakes containing *Pseudomonas aeruginosa*, *BMJ*, 1995, 311, 1407-1410.

18 – [SLV2000, 1999] : CHARTRAND J., DUCHESNE J.-F., GAUVIN D., Synthèse des connaissances sur les risques à la santé humaine reliés aux usages du secteur d'étude Lac des Deux Montagnes – Rivière des Prairies et des Milles Îles. Directions de la Santé Publique de Québec, Lanaudière, Laurentides, Laval, Montérégie, Montréal-Centre, Ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec, Santé Canada, 1999, 227p

19 – [PENA, 1998] : Contribution à l'étude des risques infectieux liés à la pratique des sports d'eau vive, DESS d'épidémiologie appliquée, Université Joseph Fourier, 1998.

20 – [CAREPS, 1986] : Etude épidémiologique des effets sur la santé de la contamination bactériologique des eaux de baignade, Cas des eaux de rivière, Bassin de l'Ardèche, Rapport du Centre Alpin de Recherche Epidémiologique et de Prévention Sanitaire, 1986

21 – [FERLEY, 1989] : FERLEY J.P., ZMIROU D., BALDUCCI F., Epidemiological significance of microbiological pollution criteria for river recreational waters, *Int. J. Epidemiol.*, 1989, **18**, 198-2

22 – [BARANTON, 1990] : BARANTON G., SAINT GIRONS I., Leptospirose, Le revers de la baignade, *La Recherche*, 1990, 914915

23 – [LAPLANTE, 1993] : LAPLANTE L., Qualité physico-chimique de l'eau de l'aqueduc de Laval d'un point de vue de santé publique, Cité de la santé de Laval, Direction de la Santé Publique de Laval, 1993, 104p

24 – [ECO-NATURE, 1991], Mise en valeur de la rivière des Mille-Îles, Possibilités de développement et stratégie de mise en œuvre, Eco Nature de Laval inc., 1991, 26p

25- [MENV-PR13, 1999]. Portrait régional de l'eau, région administrative 13 – Laval, Ministère de l'Environnement du Québec

26 – [POUPART, 2000], POUPART G., NORMANDEAU J. Projet d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles, Direction de la santé publique de la Régie régionale de la santé et des services sociaux de Laval, Direction de la santé publique de la Régie régionale de la santé et des services sociaux des Laurentides, 2000, 132p

27 – [BAPE, 1999] : Transcription de l'audience publique sur la gestion de l'eau, Séance de la soirée du 10 mai 1999, web site.

28 – [CCMRE, 1987] : Recommandations pour la qualité des eaux au Canada, Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux du Conseil canadien des ministres des ressources et de l'environnement, 1987.

29 – [MEQ, 1990] : Critères de qualité de l'eau, service d'évaluation des rejets toxiques et direction de la qualité des cours d'eau, Ministère de l'Environnement du Québec, 1990, 423p

30- [BAPE, 2000], Consultation publique sur la gestion de l'eau au Québec, Rapport de la commission de gestion de l'eau au Québec, Bureau d'Audiences Publiques sur l'Environnement, 4 tomes, 2000.

31 - [MENV-PR14, 1999] Portrait régional de l'eau, région administrative 14 – Lanaudière, Ministère de l'Environnement du Québec.

32 - [MENV-PR15, 1999] Portrait régional de l'eau, région administrative 15 – Laurentides, Ministère de l'Environnement du Québec.

33 – [MEF, 1991] : HEBERT S., Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent, 1990-1991, Direction de la qualité des cours d'eau, Ministère de l'Environnement du Québec.

34 – [MEF, 1991] : HEBERT S., Recueil sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent, 1990-1991, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau, 119p.

35 – [MEF, 1998] : Guide d'application du programme Environnement-Plage 1998, Annexe H : Descriptions des facteurs qui influencent la qualité des eaux de baignade, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction des Orientations et des Services aux Régions, 34p.

36- site web programme environnement plage

37 – [PAINCHAUD, 1997] : PAINCHAUD J., Tendances de la qualité de l'eau des rivières du Québec, 1979-1994, *Vecteur Environnement*, 1997, 30, 2, 43-50.

38 - Pierre Lamarre, communication personnelle

40 – [PAYMENT, 1999], PAYMENT P., BERTE A., PRÉVOST M., Les risques à la santé associés à la consommation d'eau du fleuve Saint-Laurent et de ses affluents, *Bulletin d'information en santé environnementale*, 1999, **10** (1), 4-8.

41 – [FLEISHER, 1990] : FLEISHER J. M., The effects of measurement error on previously reported mathematical relationships between indicator organism density and swimming associated illness : a quantitative estimate of the resulting bias, *International Journal of Epidemiology*, 1990, 19, 4, 1100-1106

42 – [MENV, 1999] : Projet d'évaluation et d'intervention en santé publique sur les eaux récréatives de la rivière des Mille-Îles, Campagne d'échantillonnage de la qualité bactériologique des eaux à l'été 2000, Rapport technique, Ministère de l'Environnement, direction de Laval, 1999, 12p

43 – [CHARMES, 2000] : Contrôle de la qualité des eaux riveraines en relation avec les MES, Salon des technologies environnementales du Québec 2000, sommaires exécutif des Conférences des 29, 30, 31 mars 2000.

44 – [LEGEAS, 1999] : LEGEAS M., Opportunité du maintien de la désinfection des eaux usées traitées par la station d'épuration de l'agglomération malouine avant leur rejet au milieu marin? Analyse de données disponibles, proposition d'un protocole d'étude épidémiologique – Rapport définitif, 1999, 84p.

45 – [DEMILLAC, 1993] : DEMILLAC R., Baie de Saint-Brieuc, analyse des données du suivi bactériologique des moules de bouchots – Rapport, 1993, 29p.

46 – [TARDIF, 1999] : TARDIF L., DEMILLAC R., LE MAO P., ROUGERIE M., SAUVAGET G., Bilan du programme Vert et Bleu – Analyse multifactorielle de la qualité sanitaire des coquillages dans les bouchots de la baie de Morieux- Rapport, 1999, 35p.