

Direction du suivi de l'état de l'environnement

**ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE
DE SITES POTENTIELS DE BAIGNADE
DANS LE SAINT-LAURENT,
ÉTÉ 2001**

par

Serge Hébert

Ministère de l'Environnement
Gouvernement du Québec
Février 2002

Cette étude a été réalisée dans le cadre de la phase III du Plan d'action Saint-Laurent.

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 2002

ISBN : 2-550-39452-6

Envirodoq : ENV/2002/0136

QE00128

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Chargé de projet et rédaction :	Serge Hébert ¹
Analyses en laboratoire :	Personnel du laboratoire du ministère de l'Environnement ²
Révision scientifique :	Marc Simoneau ¹ Jean Painchaud ¹
Soutien technique :	Sylvie Legendre ¹ Camil Giasson ¹ Manon Ouellet ¹ René Therreault ¹
Graphisme :	Francine Matte-Savard ¹
Traitement de texte :	Nathalie Milhomme ¹
Révision linguistique :	Ève Renaud ³

¹ Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 7^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7

² Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement, Complexe scientifique, 2700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8

³ Ève Renaud inc., 116, rue Jean-Bruchési, Saint-Augustin-de-Desmaures (Québec) G3A 2N2

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE DE SITES POTENTIELS DE BAINNADE DANS LE SAINT-LAURENT, ÉTÉ 2001

Référence : Hébert, S., 2002. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2001*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, envirodoq n° ENV/2002/0136, rapport n° QE00128, 9 pages, 3 annexes.

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la phase III du Plan d'action Saint-Laurent, la Direction du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement du Québec a effectué, au cours de l'été 2001, une évaluation de la qualité bactériologique de l'eau de 18 sites potentiels de baignade situés le long du fleuve Saint-Laurent, entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans. Entre le 26 juin et le 31 août 2001, dix campagnes de prélèvement ont été réalisées à chaque site. Lors de chaque visite, six échantillons ont été prélevés selon le protocole du programme Environnement-Plage et les teneurs en coliformes fécaux ont été mesurées. Pour chaque site, l'adéquation entre les concentrations de coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* (*E. coli*) a été vérifiée sur 10 % des échantillons.

Six des 18 sites caractérisés au cours de l'été 2001 présentaient un potentiel intéressant pour la baignade, c'est-à-dire que le critère de qualité relatif à la baignade (200 coliformes fécaux/100 ml) y était respecté au moins 70 % du temps : ce sont les sites de Tracy (camp de vacances du Domaine des Pins, Les Grèves), de Pointe-du-Lac (halte routière), de Deschailions (aval du quai), de Saint-Augustin-de-Desmaures (parc du Haut-Fond), de Sainte-Foy (plage Jacques-Cartier) et de Lévis (anse Tibbits). La forte contamination observée aux sites de l'île Ronde (archipel des îles de Berthier) et de l'île de Grâce (archipel des îles de Sorel) provient des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station d'épuration de la Communauté urbaine de Montréal et du Centre d'épuration des eaux de la rive sud, à Longueuil. Dans le cas de plusieurs sites (Vareennes, Port-Saint-François, Cap-Santé, Neuville et Saint-Augustin-de-Desmaures), la contamination bactériologique est liée aux précipitations. La présence fréquente de goélands peut également être une source non négligeable de contamination.

Selon l'endroit, *E. coli* constitue entre 42 % et 100 % des coliformes fécaux, mais, pour la très grande majorité des sites, ce pourcentage est supérieur à 80 %. L'écart important entre les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli* observé à certains sites semble suggérer que, dans les eaux du Saint-Laurent, *E. coli* serait un meilleur indicateur de contamination fécale que les coliformes fécaux.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de travail	iii
Résumé	v
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	vi
Liste des annexes	vii
INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	2
RÉSULTATS ET DISCUSSION	4
CONCLUSION	8
BIBLIOGRAPHIE	9

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Dénombrement des coliformes fécaux et de <i>E. coli</i> dans le fleuve Saint-Laurent, été 2001	4
Tableau 2	Classification de la qualité bactériologique de sites de baignade en eau douce.....	6
Tableau 3	Évaluation du potentiel pour la baignade des sites caractérisés au cours de l'été 2001	7

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation des sites échantillonnés au cours de l'été 2001	3
Figure 2	Moyennes géométriques saisonnières des teneurs en coliformes fécaux observées aux sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2001.	5

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Localisation précise des sites échantillonnés au cours de l'été 2001
- Annexe 2 Qualité bactériologique des sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2001
- Annexe 3 Sources potentielles de la contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2001

INTRODUCTION

Il existe plusieurs sites potentiels de baignade le long du fleuve Saint-Laurent, mais la plupart sont considérés comme impropres à la baignade sur la base présumée d'une mauvaise qualité bactériologique. Au cours de l'été 1997, une étude a été réalisée par le GIRAM (Groupe d'initiatives et de recherches appliquées au milieu) à dix sites localisés sur la rive sud du fleuve entre Saint-Romuald et Saint-Michel-de-Bellechasse. Cette étude a mis en évidence un niveau de contamination bactériologique très variable d'un site à l'autre mais aussi, plusieurs sites propices à la baignade. Les auteurs suggéraient en outre un suivi à long terme de la qualité bactériologique de l'ensemble des sites afin d'y permettre éventuellement la baignade (GIRAM, 1998). Une autre étude a été menée par le Centre de santé publique de Québec et la Direction régionale de santé publique de la Montérégie à 16 sites potentiels de baignade situés entre Montréal et Baie-Saint-Paul. Là encore, l'étude a conclu que la qualité bactériologique était très variable d'un site à l'autre, que certains sites auraient pu se prêter à la baignade et qu'il faut poursuivre la caractérisation microbiologique des différents sites de baignade actuels et potentiels afin d'en évaluer la salubrité, de déterminer les sources de contamination et d'examiner la possibilité d'une utilisation future (Larue *et al.*, 1996). Un rapport sur la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade le long de la rive nord du fleuve dans la région de Québec, publié tout récemment par la Direction de la santé publique de Québec et le ministère de l'Environnement et de la Faune, recommande l'instauration d'un programme de suivi de la qualité des eaux de baignade afin de vérifier la salubrité de ces dernières (Gauvin *et al.*, 1998). Finalement, deux études, réalisées par la Direction du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) en 1999 et 2000, montrent que 18 sites localisés entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans présentent un potentiel intéressant pour la baignade (Hébert, 2000; 2001).

Dans le cadre de la phase III du Plan d'action Saint-Laurent, la Direction du suivi de l'état de l'environnement a évalué, au cours de l'été 2001, la qualité bactériologique de l'eau à neuf nouveaux sites entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans, ainsi qu'à neuf autres sites déjà caractérisés au cours des étés 1999 ou 2000.

Escherichia coli (*E. coli*) est reconnu comme l'indicateur de choix de la contamination fécale, mais puisque son dénombrement fait appel à des techniques compliquées, longues et coûteuses, les coliformes fécaux peuvent être utilisés quand l'expérience démontre que plus de 90 % des coliformes fécaux sont des *E. coli* (SBESC, 1992). Dans la présente étude, les coliformes fécaux ont été utilisés comme indicateur de contamination fécale et des dénombrements de *E. coli* ont été réalisés sur certains échantillons afin de valider ce choix.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les nouveaux sites ont été sélectionnés selon les critères suivants : plages historiques, plages anciennement surveillées par le ministère de l'Environnement, sites actuellement utilisés, présence d'un accès public, qualités esthétiques et potentiel global. Les sites ont été échantillonnés hebdomadairement à dix reprises, entre le 25 juin et le 31 août 2001 (figure 1). L'emplacement exact des sites sélectionnés est présenté à l'annexe 1.

À chaque visite, six échantillons ont été prélevés sur chacun des sites selon le protocole d'Environnement-Plage du MENV, à l'aide de bouteilles de polypropylène stériles d'une capacité de 250 ml. Trois échantillons ont été obtenus à 0,3 m de profondeur et trois autres à 1,2 m de profondeur, selon la méthode du « W », c'est-à-dire en alternance selon la profondeur (MEF, 1998). Le premier échantillon était toujours prélevé dans la section aval du site, à une profondeur de 0,3 m. La vitesse et la direction du vent, la couverture nuageuse ainsi que la phase de marée, la force du courant et la hauteur des vagues ont également été notées. La marée a été considérée pour les sites où le changement de marée induisait une inversion de courant, ce qui correspond en fait aux sites en aval des battures de Gentilly. Dans les cas où la hauteur de la marée était déterminante pour l'utilisation du site, l'échantillonnage a été réalisé au cours de la période offrant un potentiel d'utilisation. Des données concernant l'achalandage du site ont aussi été récoltées : nombre de promeneurs, nombre de baigneurs, nombre d'embarcations et nombre d'oiseaux présents.

Afin de dénombrer les coliformes fécaux, les échantillons d'eau ont été analysés au laboratoire du MENV par filtration sur membrane selon les méthodes recommandées par l'American Public Health Association (APHA, 1995). La limite de quantification était de 6 000 UFC/100 ml. Pour chaque site, l'adéquation entre les concentrations de coliformes fécaux et d'*Escherichia coli* (*E. coli*) a été vérifiée sur 10 % des échantillons. Le dénombrement des *E. coli* (c'est-à-dire la confirmation que les colonies identifiées comme des coliformes fécaux sont bel et bien des colonies de *E. coli*) a été fait à l'aide de trois tests biochimiques supplémentaires, soit le cytochrome-oxydase, l'ortho-nitrophényl- β -D-galacto-pyranoside (ONPG) et le 4-méthyl-lumbélliféryl- β -D-glucoronide (MUG).

Les résultats des dénombrements bactériens sont exprimés en UFC/100 ml (unités formatrices de colonies), ce qui correspond, dans le langage courant, à la quantité de coliformes fécaux/100 ml. Les résultats sont présentés à l'aide de la moyenne géométrique calculée sur les six échantillons prélevés à un site donné lors d'une même visite. La moyenne géométrique saisonnière a été calculée à partir de l'ensemble des résultats analytiques obtenus à un site donné pour la totalité de la période d'étude. Pour le calcul de ces moyennes, les dénombrements supérieurs à la limite de quantification ont été considérés comme égaux à celle-ci.

Pour chaque site, une analyse de corrélation de Spearman entre les dénombrements de coliformes fécaux et les précipitations journalières enregistrées à la station météorologique de référence le jour de l'échantillonnage, la veille et l'avant-veille de celui-ci a été réalisée.

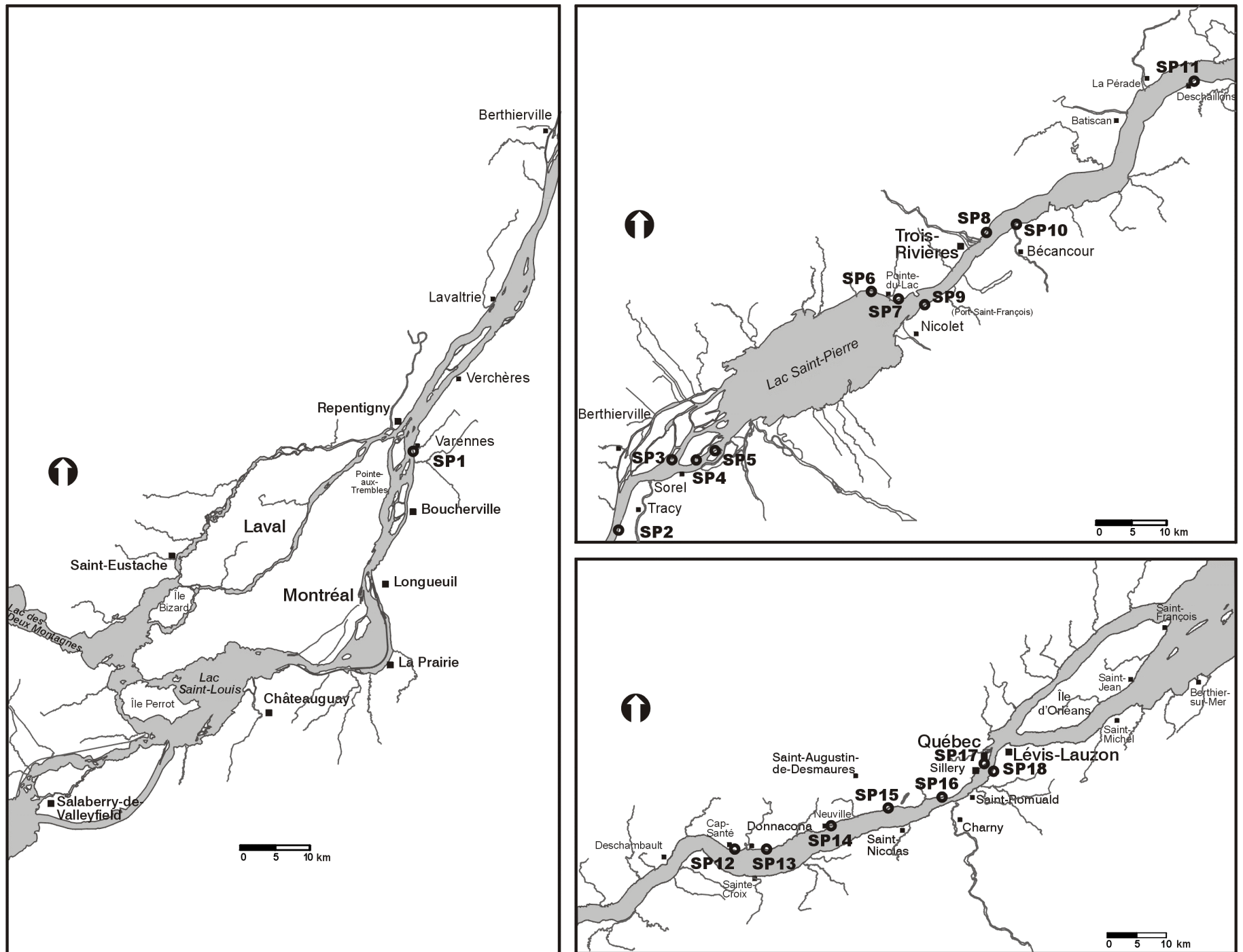


Figure 1 Localisation des sites échantillonnés au cours de l'été 2001

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 présente, pour chacun des sites sélectionnés, l'adéquation entre les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli*. Selon le site, *E. coli* constitue entre 42 % et 100 % des coliformes fécaux, mais, pour la très grande majorité, ce pourcentage est supérieur à 80 %.

Tableau 1 Dénombrement des coliformes fécaux et de *E. coli* dans le fleuve Saint-Laurent, été 2001

N° du site	Localisation	N	Moyenne géométrique (UFC/100 ml)		<i>E. coli</i> vs coliformes fécaux (%)
			Coliformes fécaux	<i>E. coli</i>	
SP1	Varenes	6	52	nd ¹	nd
SP2	Les Grèves	6	4	4	100
SP3	Île Ronde	6	1 121	1 075	96
SP4	Île de Grâce	6	6 241	5 325	85
SP5	Île des Barques	6	183	151	83
SP6	Halte routière (Pointe-du-Lac)	6	119	88	74
SP7	Parc municipal (Pointe-du-Lac)	6	269	269	100
SP8	Cap-de-la-Madeleine	6	249	239	96
SP9	Port-Saint-François	6	26	15	58
SP10	Pointe de Bécancour	6	114	114	100
SP11	Deschaillons	6	63	nd	nd
SP12	Cap-Santé	6	287	120	42
SP13	Les Écureuils	6	158	158	100
SP14	Neuville	6	145	77	53
SP15	Saint-Augustin	6	71	69	97
SP16	Plage Jacques-Cartier	6	63	55	87
SP17	Bassin Brown	6	203	188	93
SP18	Anse Tibbits	6	200	180	90

¹ : non déterminé

Selon la littérature, *E. coli* représente près de 97 % des coliformes présents dans les matières fécales humaines, le reste étant constitué de *Klebsiella* sp., d'*Enterobacter* sp. et de *Citrobacter* sp. (Dufour, 1977). La méthode d'analyse utilisée pour le dénombrement des coliformes fécaux ne permet pas de faire de distinction entre ceux-ci et *Klebsiella*. De plus, *Klebsiella*, dont l'origine ne se limite pas aux sources fécales, peut survivre et se reproduire dans des milieux riches en matière organique tels que les effluents d'usines de pâtes et papiers, d'industries textiles et d'industries alimentaires (SBESC, 1992). Dans les eaux tempérées utilisées à des fins récréatives, *E. coli* représente généralement entre 63 % et 100 % des coliformes fécaux, selon le degré de contamination des eaux récréatives par des effluents industriels (Sekla et al., 1987). Pour des plages de la région de Thunder Bay contaminées par des effluents venant d'usines de pâtes et papier, les coliformes fécaux, quelquefois jusqu'à 100 %,

étaient des *Klebsiella*. Dans le voisinage de St. Catharines, l'analyse des échantillons provenant de 19 plages contaminées par des effluents d'une usine de pâtes et papier indiquait que 37 % seulement des coliformes fécaux étaient des *E. coli* (SBESC, 1992). L'écart important entre les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli* à certains sites semble suggérer que *E. coli* serait un meilleur indicateur de la contamination fécale que les coliformes fécaux dans les eaux du Saint-Laurent.

La figure 2 présente, pour chaque site, la moyenne géométrique saisonnière des concentrations en coliformes fécaux.

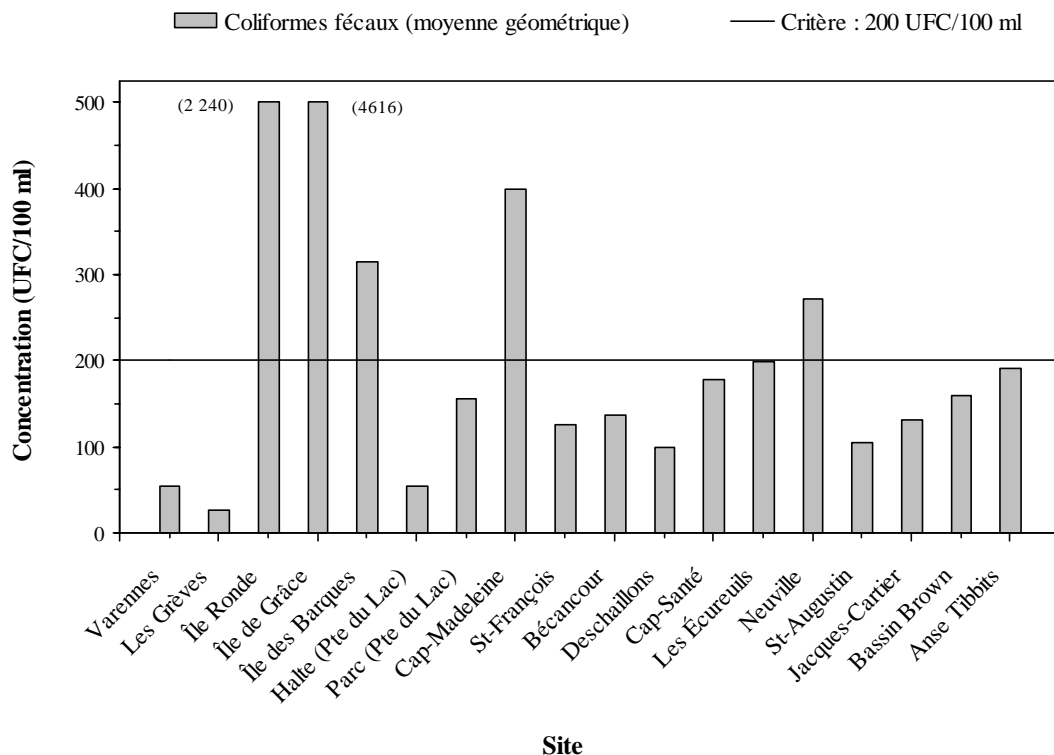


Figure 2 Moyennes géométriques saisonnières des teneurs en coliformes fécaux observées aux sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2001

Treize des 18 sites caractérisés présentent une moyenne géométrique saisonnière inférieure au critère de qualité relatif à la baignade en eau douce. La forte contamination observée aux sites de l'île Ronde (archipel des îles de Berthier) et de l'île de Grâce (archipel des îles de Sorel) provient des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station de la Communauté urbaine de Montréal et du Centre d'épuration des eaux de la rive sud, à Longueuil. La présence fréquente de goélands sur plusieurs sites peut également être une source non négligeable de contamination.

L'annexe 2 présente, pour chaque site, les moyennes géométriques journalières des teneurs en coliformes fécaux obtenues à chaque campagne de prélèvement et les précipitations journalières enregistrées à la station météorologique de référence.

Pour la majorité des sites, les concentrations en coliformes fécaux ne sont pas corrélées significativement ($P \geq 0,05$) avec les précipitations journalières enregistrées le jour, la veille ou l'avant-veille de l'échantillonnage. Cependant, pour le site de Varennes, les teneurs en coliformes fécaux sont corrélées significativement avec les précipitations enregistrées à Verchères la veille de l'échantillonnage ($r = 0,84$; $P < 0,001$). Au site de Port-Saint-François, les teneurs en coliformes fécaux sont corrélées significativement avec les précipitations enregistrées à l'île Saint-Quentin la journée même de l'échantillonnage ($r = 0,84$; $P < 0,001$). Aux sites de Cap-Santé ($r = 0,77$; $P = 0,007$), Neuville ($r = 0,84$; $P < 0,001$) et Saint-Augustin-de-Desmaures ($r = 0,67$; $P = 0,029$), les teneurs en coliformes fécaux sont corrélées significativement avec les précipitations enregistrées à Donnacona l'avant-veille de l'échantillonnage. À Neuville, il existe également une corrélation significative avec les précipitations tombées la journée même de l'échantillonnage ($r = 0,73$; $P = 0,013$). Pour les autres sites, l'absence de corrélations statistiquement significatives ne veut pas nécessairement dire que ces relations n'existent pas. La petite taille des échantillons n'a probablement pas permis, dans plusieurs cas, de mettre en évidence une telle relation, les journées d'échantillonnage coïncidant rarement avec des épisodes de pluie abondante. À titre informatif, l'annexe 3 présente les sources potentielles de contamination bactériologique pour chacun des sites caractérisés.

Le potentiel des différents sites pour la baignade a été évalué selon le système de classification du programme Environnement-Plage (tableau 2) et la fréquence à laquelle le critère de qualité relatif à la baignade a été respecté .

Tableau 2 Classification de la qualité bactériologique de sites de baignade en eau douce

Moyenne géométrique des concentrations en coliformes fécaux d'au moins six échantillons	Qualité bactériologique du site
0 à 20 coliformes fécaux/100 ml	A - Excellente
21 à 100 coliformes fécaux/100 ml	B - Bonne
101 à 200 coliformes fécaux/100 ml	C - Médiocre
≥ 201 coliformes fécaux/100 ml ou plus de 10 % des échantillons > 400 c.f./100 ml ¹	D - Polluée (Fermée)

¹ Pour les sites où il y a moins de 10 échantillons, il faut au moins 2 échantillons avec des concentrations supérieures à 400 c.f./100 ml pour que la cote D soit attribuée

Le potentiel de chaque site pour la baignade est défini ainsi :

- le potentiel d'un site est **très bon** si la baignade y est possible à une fréquence supérieure ou égale à 70 % et si la moyenne géométrique saisonnière correspond à une qualité bactériologique excellente ou bonne (classes A ou B);
- le potentiel d'un site est **bon** si la baignade y est possible à une fréquence supérieure ou égale à 70 % et si la moyenne géométrique saisonnière correspond à une qualité bactériologique médiocre (classe C);
- le potentiel d'un site est **faible** si la baignade y est possible à une fréquence se situant entre 50 % et 70 %;
- le potentiel d'un site est **très faible** si la baignade y est possible à une fréquence inférieure à 50 %.

Le tableau 3 présente une évaluation du potentiel pour la baignade de chaque site caractérisé au cours de l'été 2001. Les sites qui offrent le meilleur potentiel sont ceux de Tracy (camp de vacances du Domaine des Pins, Les Grèves), de Pointe-du-Lac (halte routière), de Deschaillons (aval du quai), de Saint-Augustin-de-Desmaures (parc du Haut-Fond), de Sainte-Foy (plage Jacques-Cartier) et de Lévis (anse Tibbits).

Tableau 3 Évaluation du potentiel pour la baignade des sites caractérisés au cours de l'été 2001

N° du site	Localisation	N ^{bre} de visites	Fréquence des classes de qualité (%)				Pourcentage du temps où la baignade aurait été sécuritaire (%)	Moyenne géométrique saisonnière (UFC/100 ml)	Cote saisonnière	Potentiel pour la baignade
			A Excellente	B Bonne	C Médiocre	D Polluée				
SP1	Varenes	10	40	20	0	40	60	54	B	Faible
SP2	Les Grèves	10	40	50	0	10	90	26	B	Très bon
SP3	Île Ronde	10	0	0	0	100	0	2 240	D	Très faible
SP4	Île de Grâce	10	0	0	0	100	0	4 616	D	Très faible
SP5	Île des Barques	10	0	0	30	70	30	315	D	Très faible
SP6	Halte routière (Pointe-du-Lac)	10	40	20	20	20	80	54	B	Très bon
SP7	Parc municipal (Pointe-du-Lac)	10	0	40	10	50	50	156	C	Faible
SP8	Cap-de-la-Madeleine	10	0	0	40	60	40	399	D	Très faible
SP9	Port-Saint-François	10	10	30	10	50	50	125	C	Faible
SP10	Pointe de Bécancour	10	0	30	30	40	60	137	C	Faible
SP11	Deschaillons	10	10	50	30	10	90	99	B	Très bon
SP12	Cap-Santé	10	0	10	40	50	50	178	C	Faible
SP13	Les Écureuils	10	10	0	40	50	50	199	C	Faible
SP14	Neuville	10	0	10	50	40	60	272	D	Faible
SP15	Saint-Augustin	10	0	60	20	20	80	105	C	Bon
SP16	Plage Jacques-Cartier	10	0	50	20	30	70	131	C	Bon
SP17	Bassin Brown	10	0	50	10	40	60	159	C	Faible
SP18	Anse Tibbits	10	0	30	40	30	70	191	C	Bon

CONCLUSION

Les données recueillies au cours de l'été 2001 ont permis de dresser un portrait de la qualité bactériologique de 18 sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent. En utilisant la fréquence de conformité des concentrations de coliformes fécaux au critère de qualité relatif à la baignade, ainsi que la moyenne géométrique saisonnière de cet indicateur, il a été possible d'évaluer le potentiel de chaque site pour la baignade : six sites montraient ainsi un très bon ou un bon potentiel pour la baignade alors que les douze autres présentaient un faible ou un très faible potentiel.

En dépit du faible nombre de données disponibles, l'analyse statistique a révélé un lien significatif entre les précipitations et la contamination bactériologique de l'eau à au moins cinq sites (Varenes, Port-Saint-François, Cap-Santé, Neuville et Saint-Augustin-de-Desmaures). Ces résultats montrent l'importance potentielle des facteurs météorologiques dans la contamination bactériologique des eaux du fleuve et suggèrent que la contamination des eaux pluviales et les débordements des réseaux d'égouts sont en cause. Afin de mettre encore plus en évidence des relations statistiquement significatives entre les concentrations de coliformes fécaux et les précipitations, il faudrait utiliser une fréquence d'échantillonnage plus élevée. Il serait également souhaitable, étant donné l'écart parfois important entre les décomptes de coliformes fécaux et de *E. coli*, d'évaluer la possibilité d'utiliser *E. coli* comme indicateur de contamination fécale dans les eaux du Saint-Laurent.

BIBLIOGRAPHIE

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), 1995. *Standard methods for the Examination of Water and Wastewater*, 19^e éd., Washington (D.C.), American Public Health Association, American Water Works Association et Water Environment Federation, 10 sections.

DUFOUR, A. P., 1977. « Escherichia coli : The fecal coliform », *Am. Soc. Test. Mater. Spec. Tech. Publ.*, 635 : 48-58.

GAUVIN, D., E. DEWAILLY, G. LEBEL et G. LE ROUZÈS, 1998. *Évaluation de la qualité bactériologique des eaux du fleuve Saint-Laurent à certains sites potentiels de baignade dans la région de Québec*, Direction de la santé publique de Québec et ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 18 p., 3 annexes.

GIRAM, 1998. *La baignade dans le Saint-Laurent : prudence et patience*, Saint-Laurent Vision 2000, Québec, 48 p., 1 annexe.

HÉBERT, S., 2000. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 1999*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, 11 p., 4 annexes.

HÉBERT, S., 2001. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2000*, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, 9 p., 3 annexes.

LARUE, A., J. GRONDIN, B. LÉVESQUE, R. LARUE et D. BOUDREAU, 1996. *La baignade dans le secteur d'eau douce du Saint-Laurent : discours et pratiques à propos des risques à la santé*, Centre de santé publique de Québec et Direction régionale de santé publique - Montérégie, 109 p.

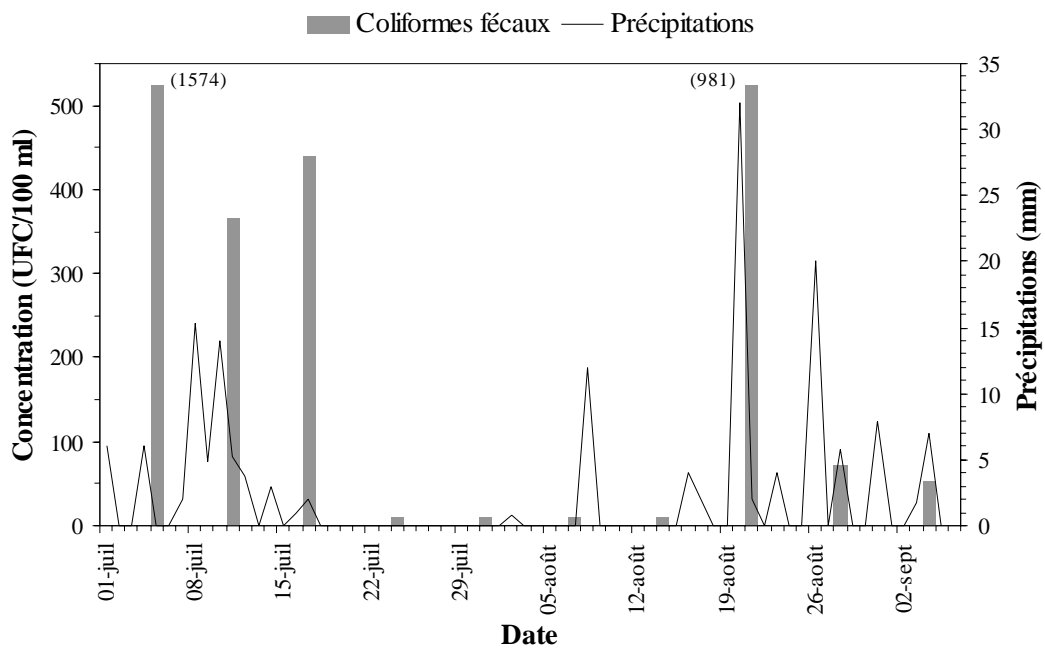
MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF), 1998. *Guide d'application du programme Environnement-Plage 1998*, Direction de la coordination opérationnelle, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec, 8 sections, 8 annexes.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA (SBESC), 1992. *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada*, ministère des Approvisionnements et Services Canada, Ottawa, 110 p.

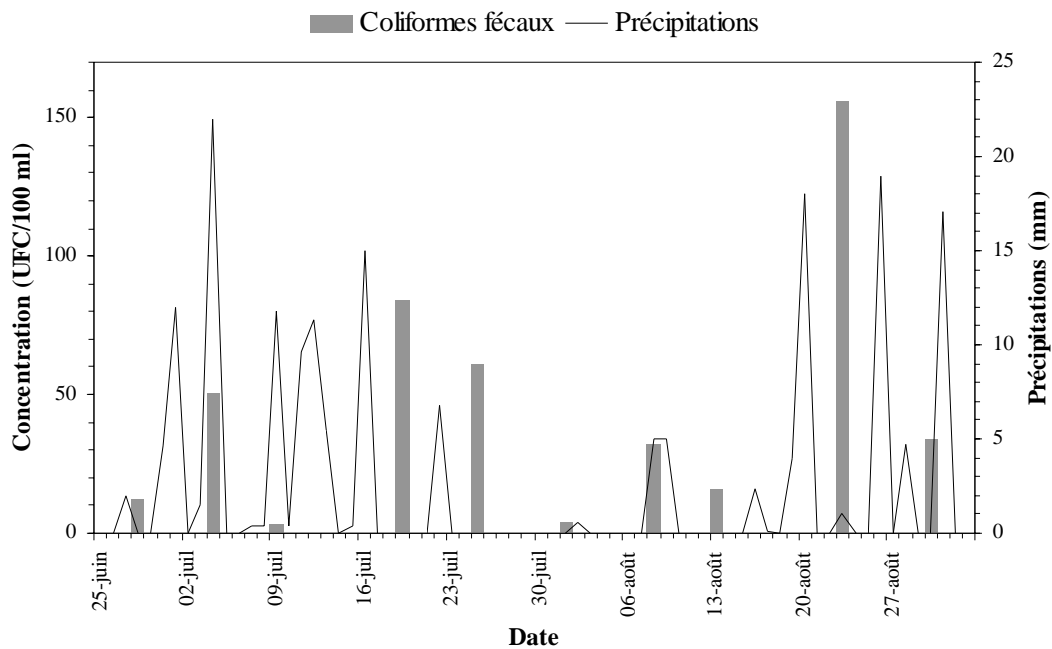
SEKLA, L., D. WILLIAMSON, C. GREENSMITH, G. BALACKO, D. BROWN, et W. STACKIW, 1987. « Bacteriological characteristics of 15 freshwater beaches in Manitoba », *Can. J. Public Health*, 78 : 181-184.

Annexe 1 Localisation précise des sites échantillonnés au cours de l'été 2001

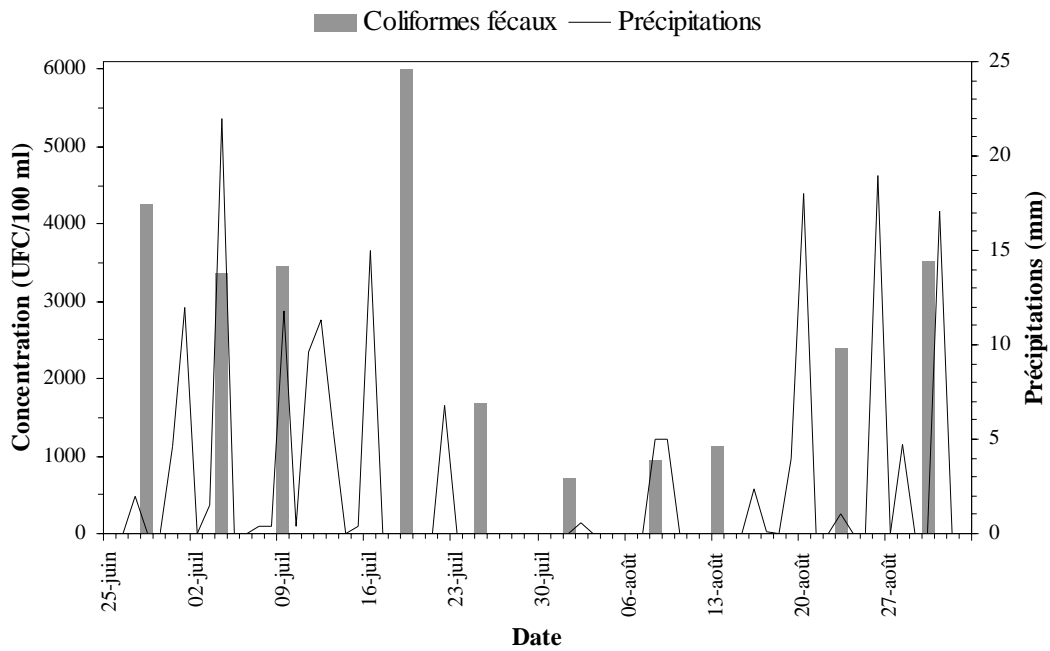
N° du site	N° BQMA	Nom	Localisation	Coordonnées UTM		Stations météorologiques de référence
				UTM_EST	UTM_NORD	
SP1	1030	Varennes	Parc de la Commune, Varennes	18T0621256	5059312	Verchères
SP2	3010	Les Grèves	Camp de vacances du Domaine des Pins, Tracy	18T0640626	5092750	Sorel
SP3	3020	Île Ronde	Section amont de l'île, Le Grand Chenal, îles de Berthier	18T0648601	5104186	Sorel
SP4	3030	Île de Grâce	Section amont de l'île, Chenal aux Corbeaux, îles de Sorel	18T0651698	5104199	Sorel
SP5	2050	Île des Barques	Section centrale de l'île, chenal de navigation, îles de Sorel	18T0654534	5105382	Sorel
SP6	3040	Halte routière (Pointe-du-Lac)	Route 138, en amont de la municipalité de Pointe-du-Lac	18T0676700	5128400	Saint-Thomas-de-Caxton
SP7	1080	Parc municipal (Pointe-du-Lac)	Parc Antoine Gauthier, Pointe-du-Lac	18T0678600	5127500	Saint-Thomas-de-Caxton
SP8	3050	Cap-de-la-Madeleine	Relais portuaire intermunicipal, Cap-de-la-Madeleine	18T0692700	5137850	Trois-Rivières-Aqueduc
SP9	1070	Port-Saint-François	Plage en amont du quai de Port-Saint-François	18T0683300	5126700	Île Saint-Quentin
SP10	1100	Pointe de Bécancour	Pointe en aval de la confluence de la rivière Bécancour	18T0697000	5138950	Champlain
SP11	3060	Deschaillons	Plage en aval du quai de Deschaillons	18T0721900	5160200	Champlain
SP12	1120	Cap-Santé	Plage en aval du quai de Cap-Santé	19T0286900	5171900	Donnacona-2
SP13	1130	Les Écureuils	Plage en aval du quai de Les Écureuils	19T0293500	5171600	Donnacona-2
SP14	1140	Neuville	Galets Robitaille en amont de la marina, Neuville	19T0302550	5174400	Donnacona-2
SP15	3070	Saint-Augustin	Parc du Haut-Fond, Saint-Augustin-de-Desmaures	18T0313800	5177800	Donnacona-2
SP16	3080	Plage Jacques-Cartier	Sainte-Foy	18T0323200	5179650	Lauzon
SP17	3090	Bassin Brown	Port de Québec, Québec	18T0330950	5184900	Lauzon
SP18	1180	Anse Tibbits	Anse en amont de l'anse Tibbits, parc municipal, Lévis	19T0332550	5184500	Lauzon



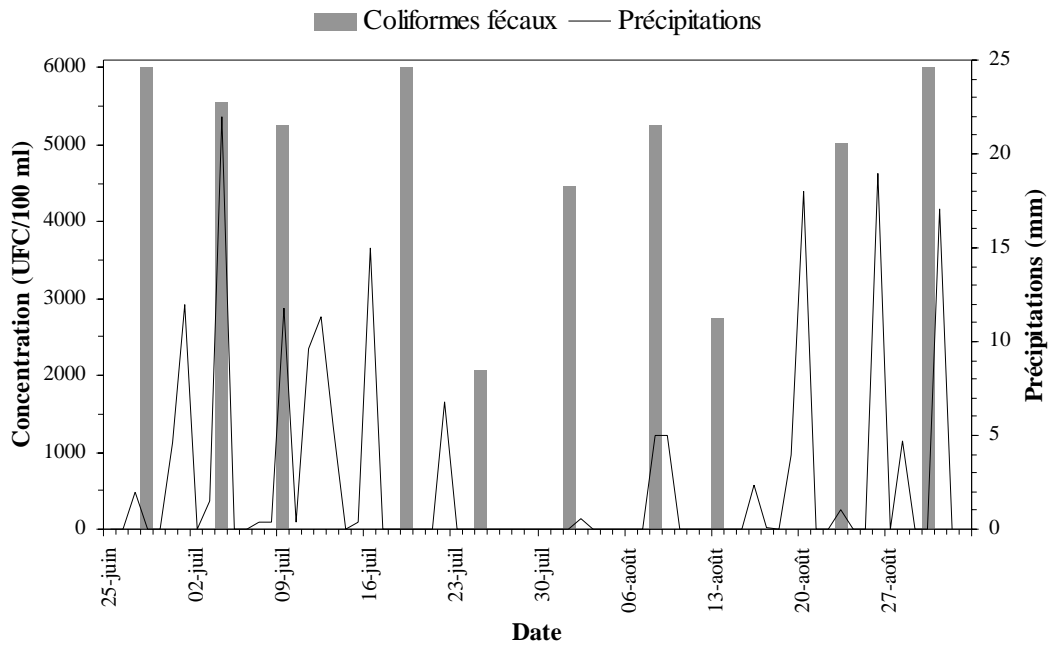
Annexe 2.1 Qualité bactériologique du site de Varennes, été 2001



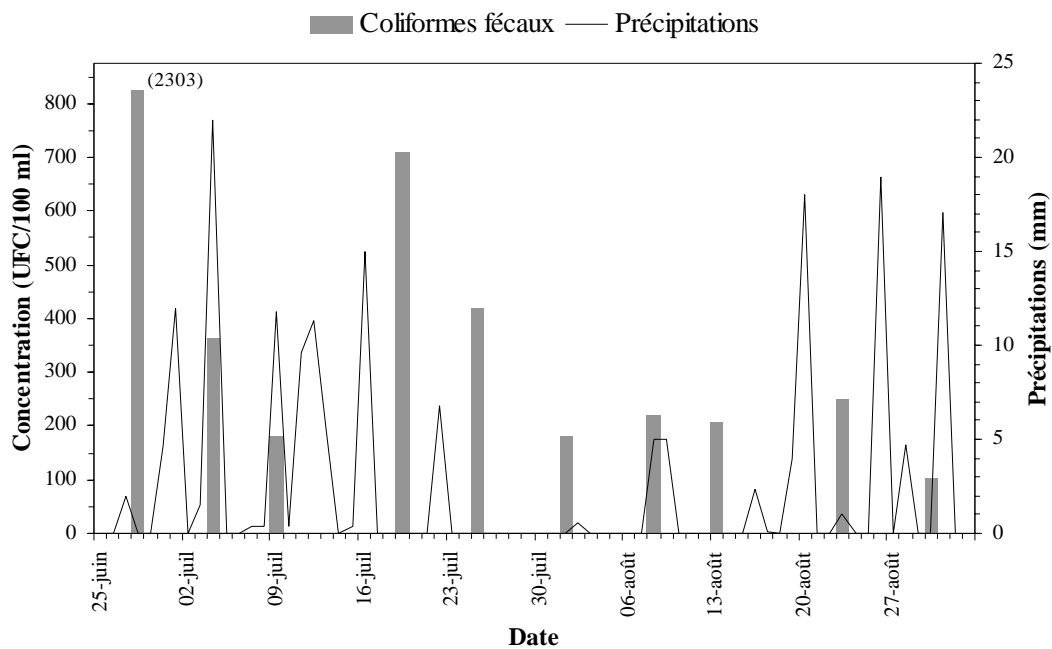
Annexe 2.2 Qualité bactériologique du site de Les Grèves, été 2001



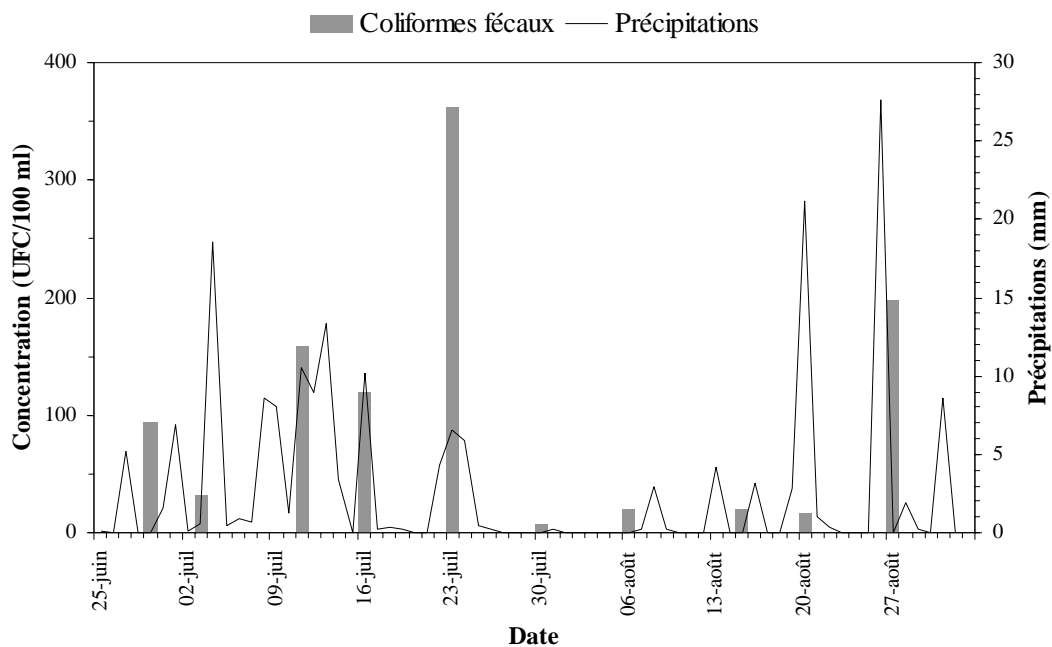
Annexe 2.3 Qualité bactériologique du site de l'île Ronde, été 2001



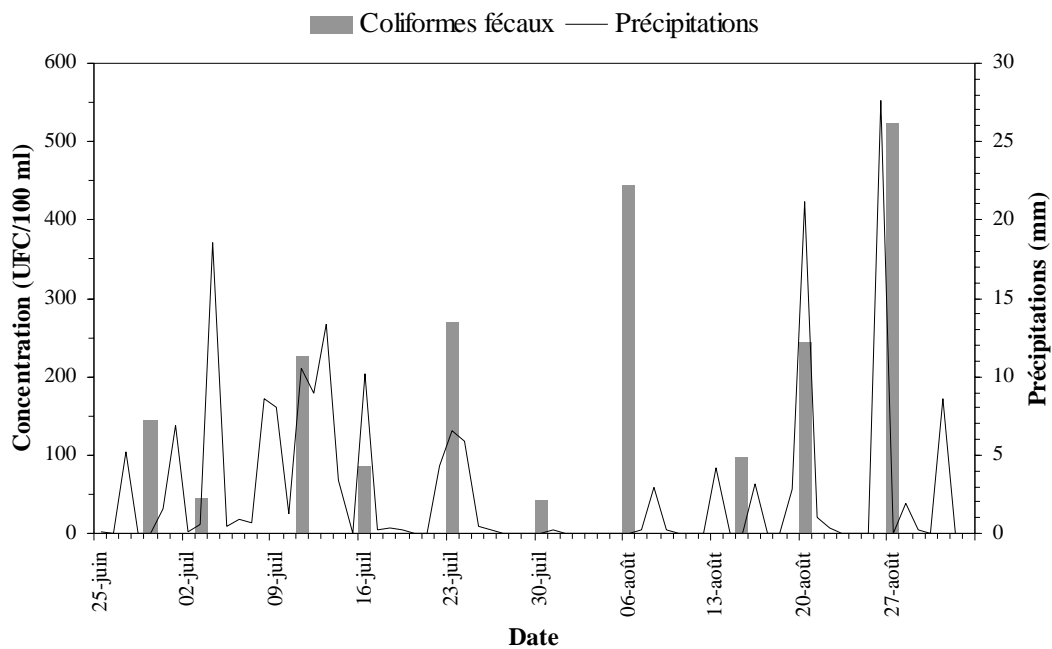
Annexe 2.4 Qualité bactériologique du site de l'île de Grâce, été 2001



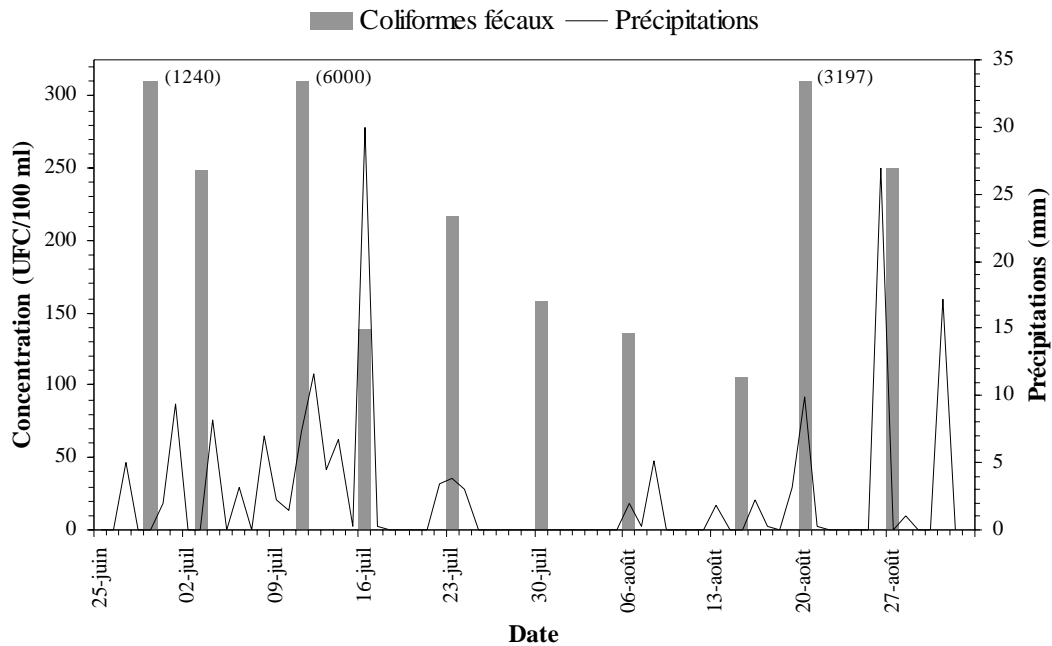
Annexe 2.5 Qualité bactériologique du site de l'île des Barques, été 2001



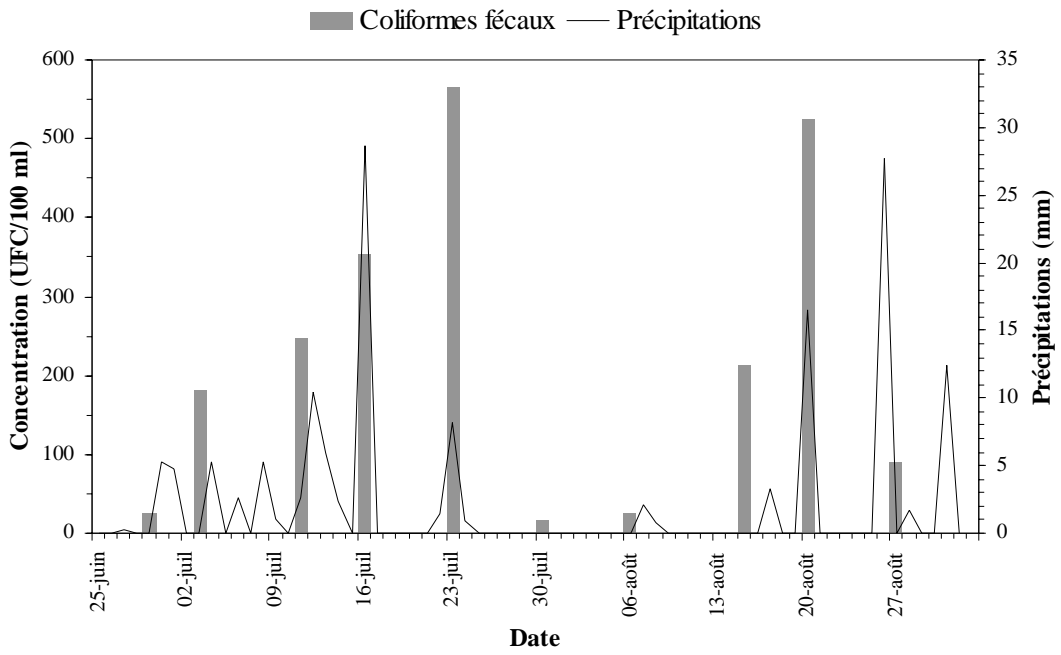
Annexe 2.6 Qualité bactériologique du site de la halte routière (Pointe-du-Lac), été 2001



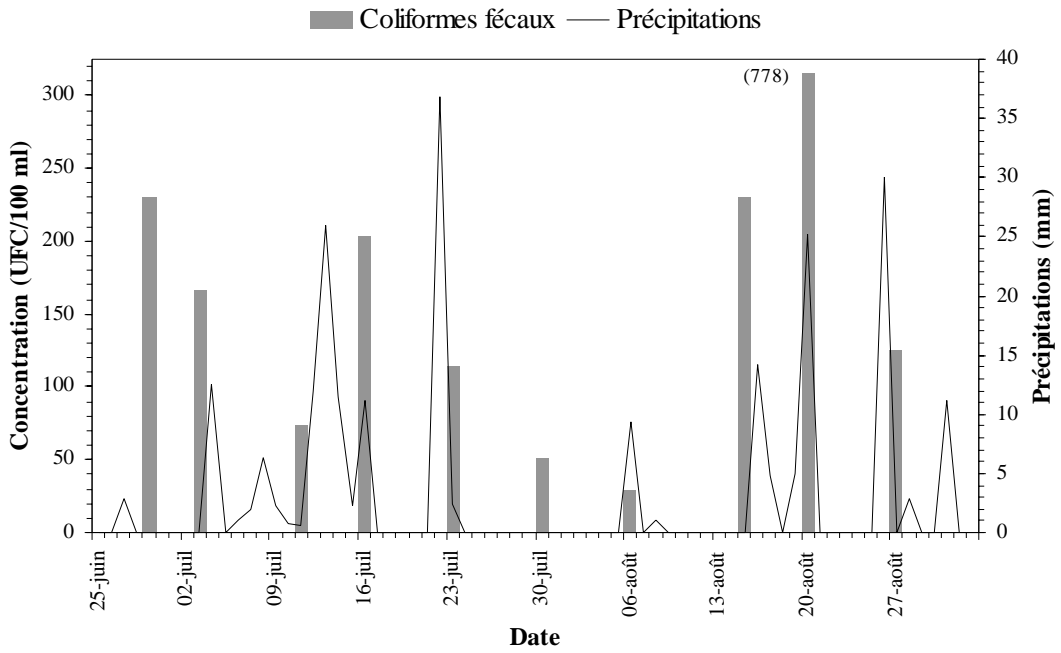
Annexe 2.7 Qualité bactériologique du site du parc municipal de Pointe-du-Lac, été 2001



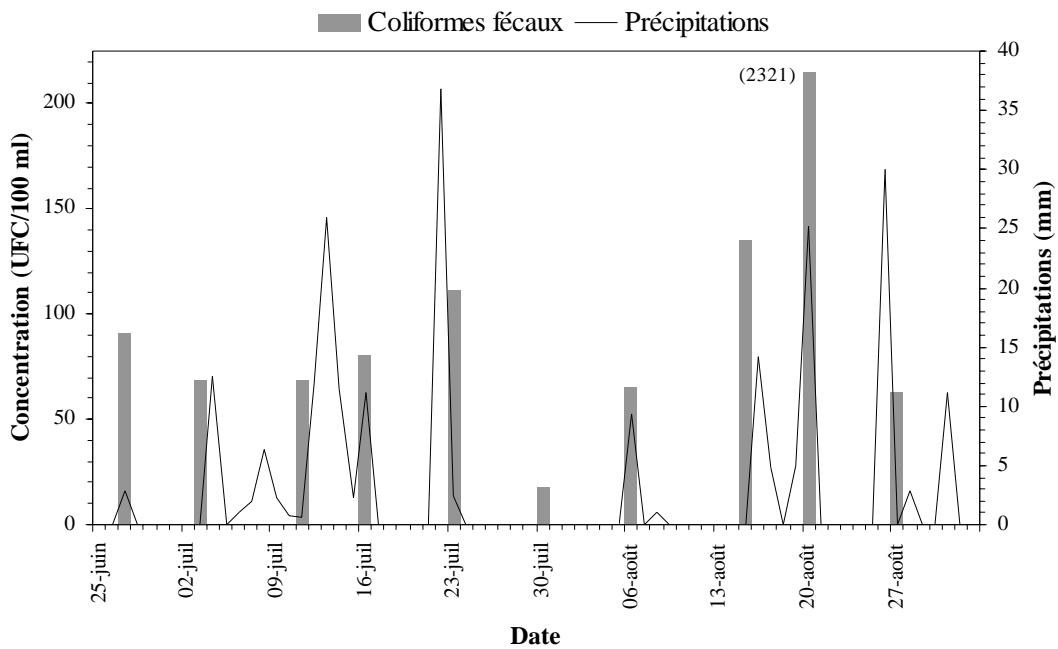
Annexe 2.8 Qualité bactériologique du site de Cap-de-la-Madeleine, été 2001



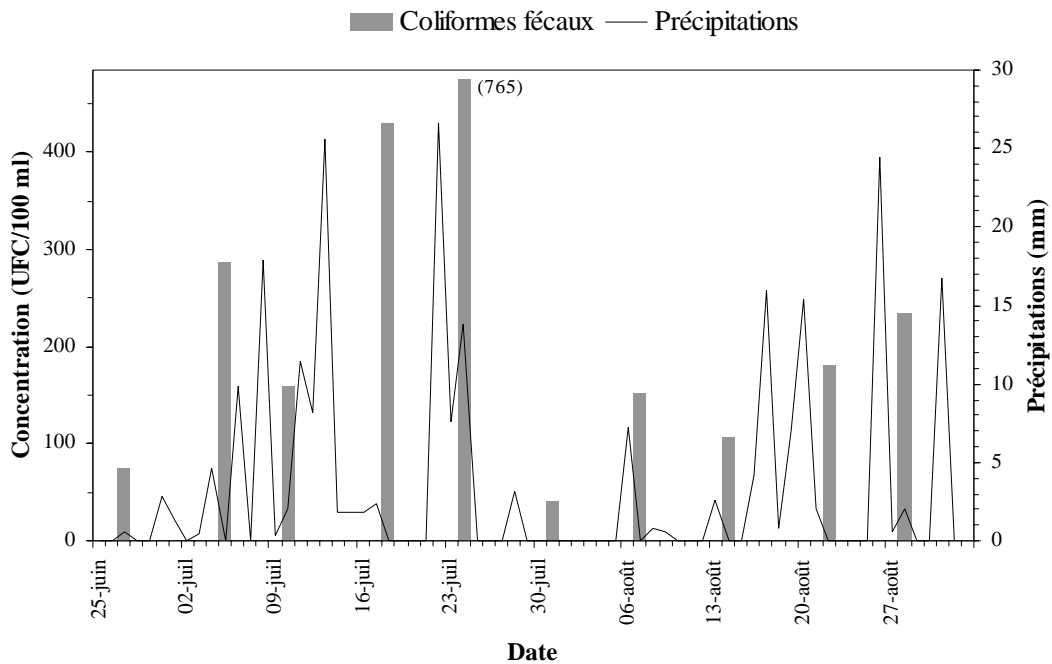
Annexe 2.9 Qualité bactériologique du site de Port-Saint-François, été 2001



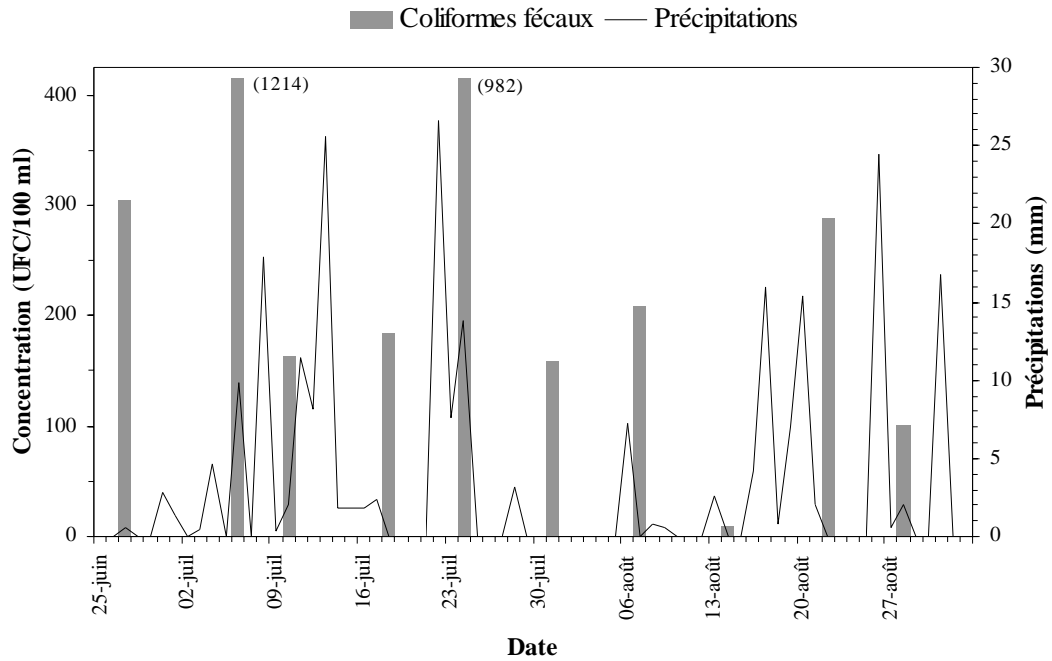
Annexe 2.10 Qualité bactériologique du site de Bécancour, été 2001



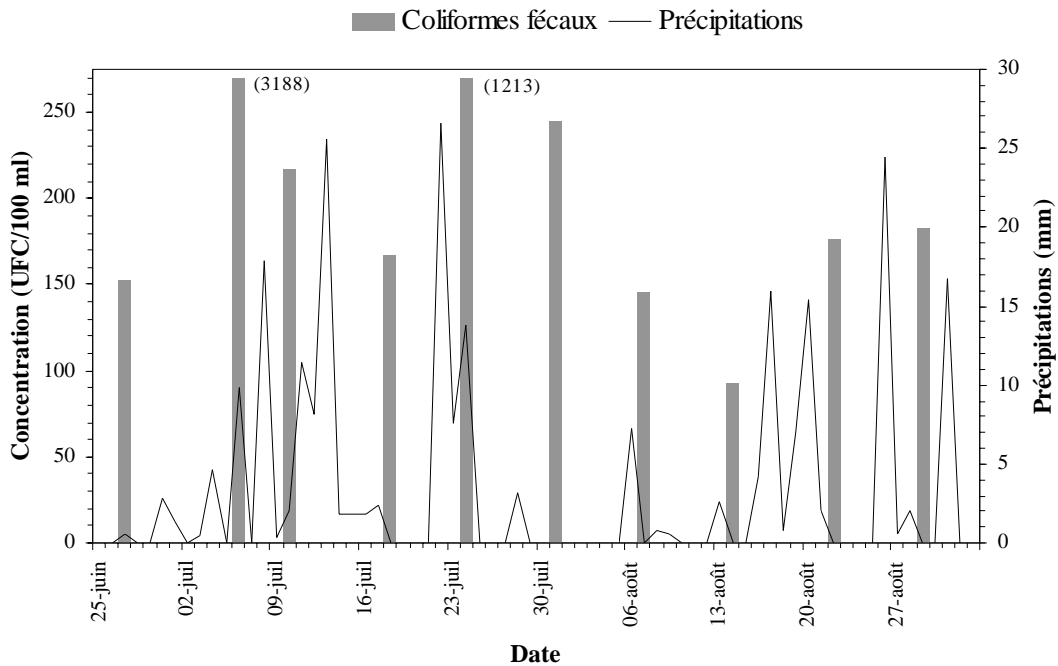
Annexe 2.11 Qualité bactériologique du site de Deschaillons, été 2001



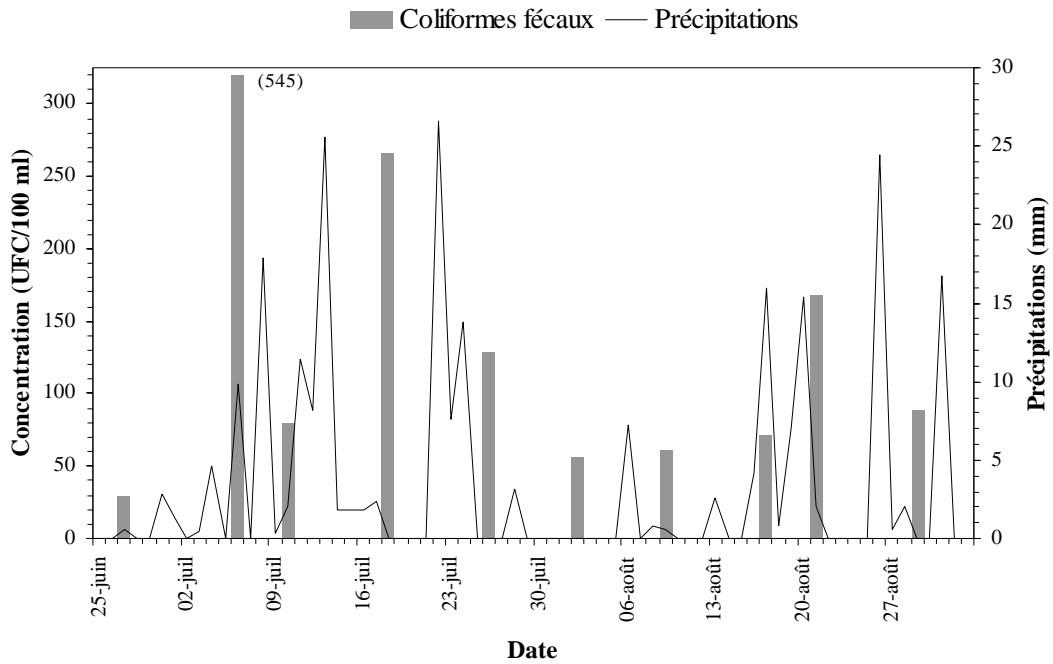
Annexe 2.12 Qualité bactériologique du site de Cap-Santé, été 2001



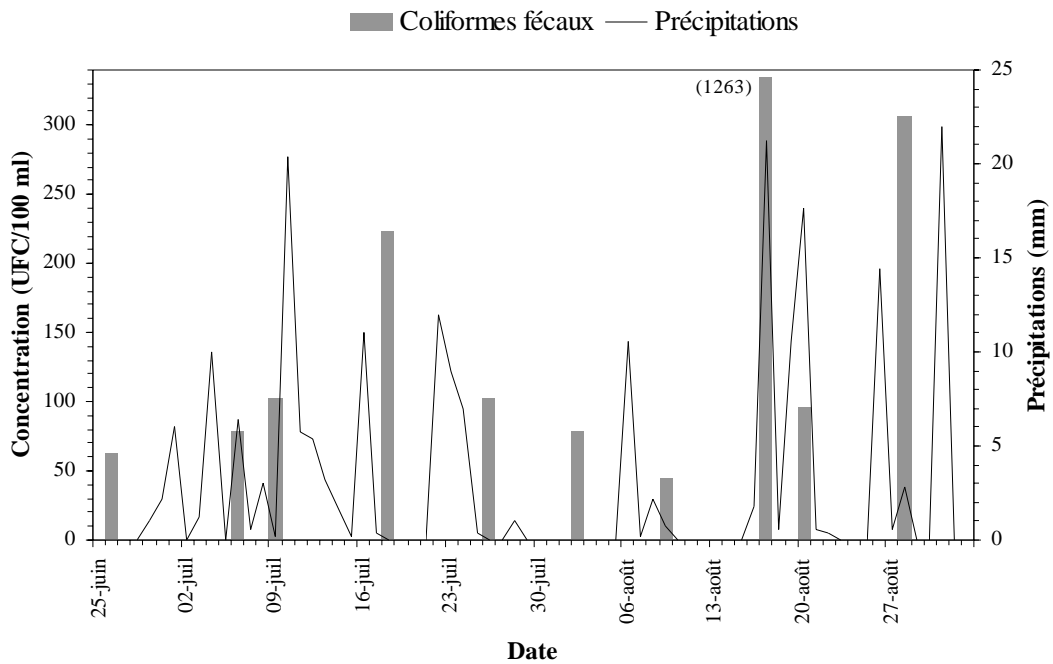
Annexe 2.13 Qualité bactériologique du site de Les Écureuils, été 2001



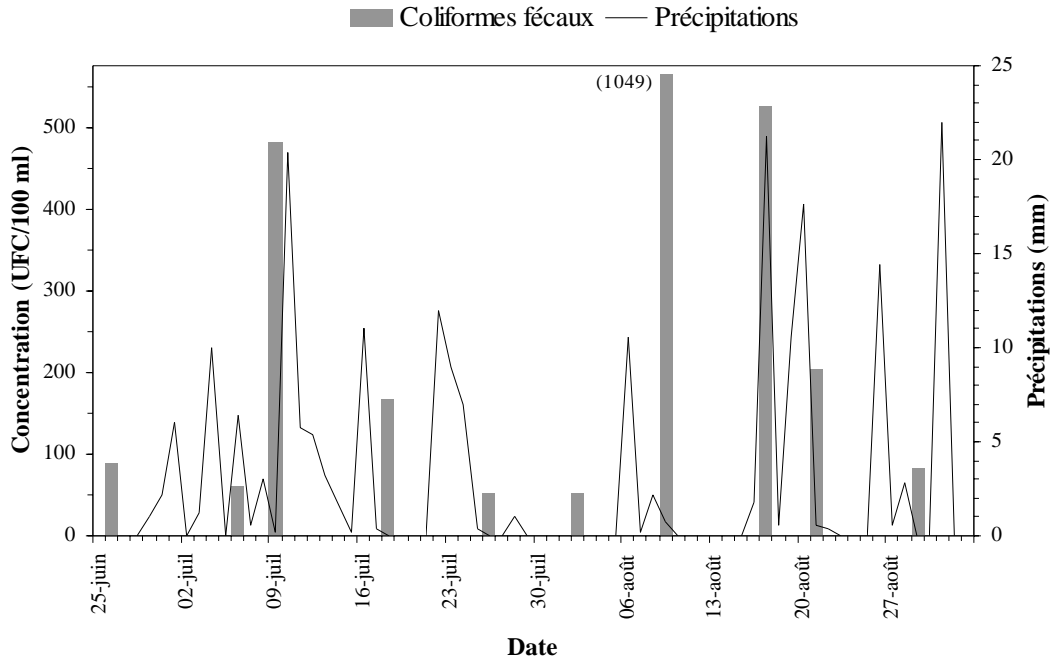
Annexe 2.14 Qualité bactériologique du site de Neuville, été 2001



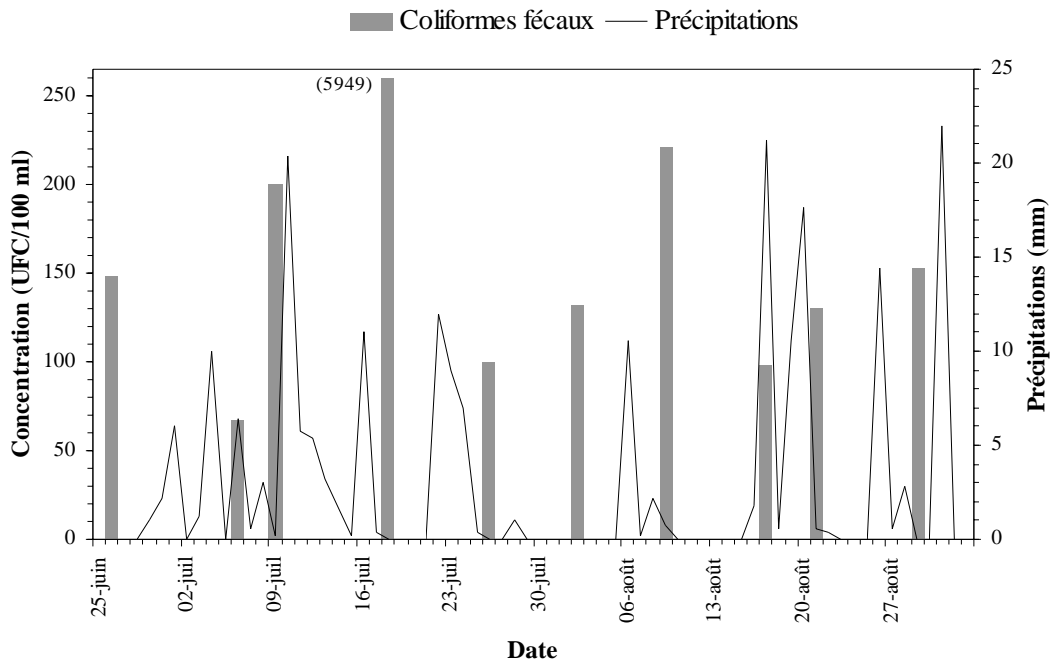
Annexe 2.15 Qualité bactériologique du site de Saint-Augustin-de-Desmaures, été 2001



Annexe 2.16 Qualité bactériologique de la plage Jacques-Cartier, été 2001



Annexe 2.17 Qualité bactériologique du bassin Brown, été 2001



Annexe 2.18 Qualité bactériologique du site de l'anse Tibbits, été 2001

Annexe 3 Sources potentielles de la contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2001

N° du site	Localisation	Sources potentielles
SP1	Varenes	Débordements par temps de pluie d'eaux usées non traitées : présence de plus de 100 structures de surverse en amont sur le territoire des municipalités localisées entre La Prairie et Varenes
SP2	Les Grèves	Débordements par temps de pluie d'eaux usées non traitées : présence de plus de 100 structures de surverse en amont sur le territoire des municipalités localisées entre La Prairie et Tracy
SP3	Île Ronde	Les eaux usées traitées mais non désinfectées de la CUM et de Longueuil et les débordements par temps de pluie d'eaux usées non traitées (structures de surverse de la CUM et de ville de Laval)
SP4	Île de Grâce	Les eaux usées traitées mais non désinfectées de la CUM et de Longueuil
SP5	Îles des Barques	Les eaux usées traitées mais non désinfectées de la CUM et de Longueuil (influence occasionnelle) Par temps de pluie, débordements dans la rivière Richelieu et le fleuve des structures de surverse de la municipalité de Sorel et des municipalités localisées plus en amont
SP6	Halte routière (Pointe-du-Lac)	Le ruisseau aux Glaises et la rivière Yamachiche localisés en amont du site dans un rayon de 5 km
SP7	Parc municipal (Pointe-du-Lac)	Les ruisseaux Saint-Charles et aux Glaises et les rivières aux Sables et Yamachiche localisés en amont du site dans un rayon de 9 km
SP8	Cap-de-la-Madeleine	Le site est baigné par les eaux de la rivière Saint-Maurice; débordements par temps de pluie de plusieurs structures de surverse (une quinzaine) dans le Saint-Maurice et dans le fleuve; rejets de papetières en amont
SP9	Port-Saint-François	Les ruisseaux Pierre-Morel et Saint-Michel localisés en amont du site dans un rayon de 2 km

Annexe 3 Sources potentielles de la contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2001 (suite)

N° du site	Localisation	Sources potentielles
SP10	Pointe de Bécancour	Résidences du quartier de la Petite-Floride non raccordées à un réseau d'égouts: fosses septiques potentiellement non conformes
SP11	Deschaillons	Une structure de surverse localisée à 2 km en amont du site
SP12	Cap-Santé	Cinq structures de surverse sont localisées sur une distance de 2 km de part et d'autre du site
SP13	Les Écureuils	Six structures de surverse sont localisées dans un rayon de 3,5 km en amont du site La rivière Jacques-Cartier et le Grand-Ruisseau sont localisés dans un rayon de 5 km en amont du site alors que les ruisseaux Lamothe et de la Crèmerie se retrouvent dans un rayon de 4 km en aval
SP14	Neuville	Ruisseaux des Sœurs, Lockwell et Thibeault localisés dans un rayon de 3 km en amont du site Contamination probable des eaux pluviales et des eaux de ruissellement
SP15	Saint-Augustin-de-Desmaures	Six structures de surverse localisées dans un rayon de 3 km en amont et en aval du site
SP16	Plage Jacques-Cartier	Trois structures de surverse localisées dans un rayon de 2 km en amont et en aval du site
SP17	Bassin Brown	Huit structures de surverse localisées dans un rayon de 2,5 km en amont et en aval du site
SP18	Anse Tibbits	Une structure de surverse (régulateur Rochette) est située directement en aval du site Une autre structure (régulateur de la Marina) est située à moins de 1 km en amont
