

Direction du suivi de l'état de l'environnement

**ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE
DE SITES POTENTIELS DE BAINNADE
DANS LE SAINT-LAURENT,
ÉTÉ 2002**

par

Serge Hébert

Ministère de l'Environnement
Gouvernement du Québec
Décembre 2003

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

Dépôt légal — Bibliothèque nationale du Québec, 2004

Envirodoq : ENV/2004/0002
QE/138

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 Marie-Julie Laperrière ¹ Cathy Tremblay ¹
Graphisme :	Francine Matte-Savard ¹
Traitement de texte :	Nathalie Milhomme ¹
Révision linguistique :	Isabelle Brochu 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 Direction des communications, ministère de l'Environnement, édifice Marie-Guyart, 675, boulevard René-Lévesque Est, 29^e étage, Québec (Québec) G1R 5V7

ÉVALUATION DE LA QUALITÉ BACTÉRIOLOGIQUE DE SITES POTENTIELS DE BAIGNADE DANS LE SAINT-LAURENT, ÉTÉ 2002

Référence : Hébert, S., 2003. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2002*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq n° ENV/2004/0002, rapport n° QE/138, 10 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 2002, une évaluation de la qualité bactériologique de l'eau à quinze sites potentiels de baignade situés le long du fleuve Saint-Laurent, entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans. Entre le 25 juin et le 30 août 2002, 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 et en *Escherichia coli* (*E. coli*) ont été mesurées.

Selon l'endroit, les bactéries *E. coli* représentent entre 52 et 82 % des coliformes fécaux. Étant donné l'écart important entre les deux indicateurs, la bactérie *E. coli* s'avère être, pour les eaux du Saint-Laurent, un meilleur indicateur de contamination fécale que les coliformes fécaux. Le potentiel des sites pour la baignade a donc été évalué en utilisant cette bactérie.

Neuf des quinze sites caractérisés au cours de l'été 2002 présentaient un potentiel intéressant pour la baignade, c'est-à-dire que le critère de qualité (200 UFC/100 ml) y était respecté au moins 70 % du temps; il s'agit des sites de l'île Charron (îles de Boucherville), de Tracy, de l'île des Barques (îles de Sorel), de Port-Saint-François, de Deschambault, de Sainte-Croix, de l'anse Tibbits à Lévis, de la plage Jacques-Cartier et de l'anse au Foulon à Québec. La forte contamination observée aux sites de l'île Bouchard (îles de Verchères) et de l'île à la Pierre (îles de Sorel) provient des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station d'épuration de la ville de Montréal et du Centre d'épuration des eaux de la rive sud à Longueuil. La contamination importante observée au site de Lanoraie provient en grande partie des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station d'épuration de Repentigny. Pour plus de la moitié des sites caractérisés, la contamination bactériologique est corrélée avec les précipitations. La présence de goélands peut également constituer une source non négligeable de contamination.

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 2002	4
Tableau 2	Coefficients de corrélation de Spearman entre les concentrations de <i>E. coli</i> et les précipitations, fleuve Saint-Laurent, été 2002.....	6
Tableau 3	Classification de la qualité bactériologique de sites de baignade en eau douce	7
Tableau 4	Évaluation du potentiel pour la baignade des sites caractérisés au cours de l'été 2002.....	8

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation des sites échantillonnés au cours de l'été 2002	3
Figure 2	Moyennes géométriques saisonnières des teneurs en <i>E. coli</i> observées aux sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2002	5

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Localisation précise des sites échantillonnés au cours de l'été 2002
- Annexe 2 Qualité bactériologique des sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2002
- Annexe 3 Sources potentielles de contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2002

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 permis de détecter des niveaux de contamination très variable d'un site à l'autre, mais également de confirmer que plusieurs sites étaient 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 seize sites potentiels de baignade situés entre Montréal et Baie-Saint-Paul. Là encore, l'étude a permis de conclure 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 fallait 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 par la Direction de la santé publique de Québec et le ministère de l'Environnement et de la Faune (Gauvin *et al.*, 1998), recommande l'instauration d'un programme de suivi de la qualité des eaux de baignade afin d'en vérifier la salubrité. Finalement, trois études réalisées entre 1999 et 2001 par la Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSEE) du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) montrent que, parmi les 44 sites caractérisés, 23 présentaient un potentiel intéressant pour la baignade (Hébert, 2000; 2001; 2002).

Dans le cadre de la phase III du Plan d'action Saint-Laurent, la DSEE a évalué, au cours de l'été 2002, la qualité bactériologique de l'eau à quinze sites potentiels de baignade situés entre le lac Saint-François et l'île d'Orléans. Deux sites, soit ceux de Lanoraie et de Lotbinière, n'avaient jamais été évalués par le passé, alors que les treize autres avaient déjà fait l'objet d'au moins une campagne de suivi au cours des étés 1999, 2000 ou 2001.

Selon Santé et Bien-être social Canada (1992), la bactérie *Escherichia coli* (*E. coli*) est reconnue comme l'indicateur de choix de la contamination fécale, mais les coliformes fécaux peuvent être utilisés quand les données montrent que plus de 90 % des coliformes fécaux sont des bactéries *E. coli*. Au Québec, les coliformes fécaux ont traditionnellement été utilisés comme indicateurs de contamination fécale parce que, contrairement aux bactéries *E. coli*, leur analyse était peu coûteuse et les résultats étaient disponibles en 24 heures. Une nouvelle méthode d'analyse des bactéries *E. coli*, rapide et beaucoup moins coûteuse, a récemment été mise au point par l'Agence américaine de protection de l'environnement (USEPA, 2000). Dans la présente étude, les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli* ont donc été faits sur tous les échantillons afin de valider le choix de l'indicateur le plus approprié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les 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, qualité bactériologique, qualités esthétiques et potentiel global. Les sites ont été échantillonnés hebdomadairement, à dix reprises, entre le 25 juin et le 30 août 2002 (figure 1). L'emplacement exact des sites sélectionnés est présenté à l'annexe 1.

Lors de chaque visite, six échantillons étaient 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 étaient prélevés 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 en 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 situés 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 fait au cours de la période offrant un potentiel d'utilisation, soit à l'intérieur d'une fenêtre temporelle de trois heures avant ou après l'étalement de marée haute. Des données concernant l'achalandage du site ont aussi été recueillies : nombre de promeneurs, de baigneurs, d'embarcations et d'oiseaux présents au moment de la visite.

Tous les échantillons ont été analysés au laboratoire du MENV. Les analyses de coliformes fécaux ont été faites par filtration sur membrane avec incubation sur milieu M-FC (APHA, 1995), alors que les analyses de *E. coli* ont été réalisées par filtration sur membrane avec incubation sur milieu M-TEC modifié, selon la nouvelle méthode proposée par l'EPA (USEPA, 2000). Dans les deux cas, la limite de quantification était de 6 000 UFC/100 ml.

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 a été effectuée entre les dénombrements bactériens et les précipitations journalières enregistrées à la station météorologique de référence, le jour, la veille et l'avant-veille de l'échantillonnage.

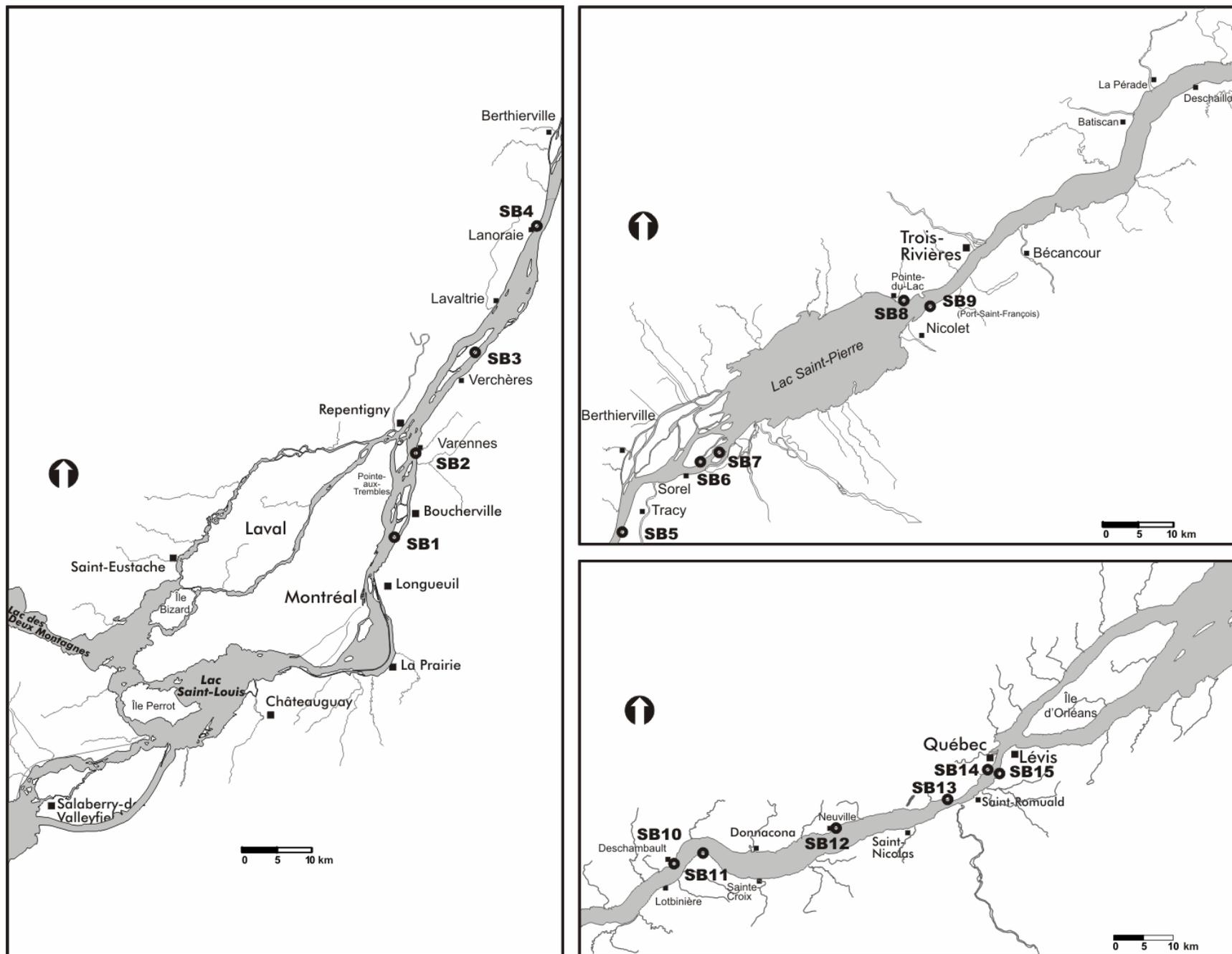


Figure 1 Localisation des sites échantillonnés au cours de l'été 2002

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La contamination fécale de même que l'adéquation entre les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli* varient grandement d'un site à l'autre (tableau 1). Selon le site, les bactéries *E. coli* représentent entre 52 et 82 % des coliformes fécaux; dans la majorité des cas, ce pourcentage oscille toutefois entre 60 et 70 %.

Tableau 1 Dénombrement des coliformes fécaux et de *E. coli* dans le fleuve Saint-Laurent, été 2002

N° du site	Localisation	Coliformes fécaux		<i>E. coli</i>		<i>E. coli</i> vs coliformes fécaux (%) ¹
		N	Moyenne géométrique (UFC/100 ml)	N	Moyenne géométrique (UFC/100 ml)	
SB1	Île Charron	60	17	56	13	73
SB2	Varenes (parc de la Commune)	60	199	60	135	69
SB3	Île Bouchard	60	992	60	578	63
SB4	Lanoraie	60	1 168	60	854	73
SB5	Tracy (parc Maisouna)	60	52	58	31	61
SB6	Île à la Pierre	60	3 447	58	2 145	65
SB7	Île des Barques	60	206	54	109	60
SB8	Pointe-du-Lac (parc Antoine-Gauthier)	60	221	54	177	69
SB9	Port-Saint-François	60	88	55	83	82
SB10	Deschambault	60	185	60	139	77
SB11	Sainte-Croix (Domaine Joly)	60	119	60	81	70
SB12	Neuville	60	190	60	135	70
SB13	Plage Jacques-Cartier	60	123	60	84	70
SB14	Anse au Foulon	60	300	60	115	52
SB15	Anse Tibbits	60	223	60	129	58

¹ Calculé à l'aide des données brutes

Selon la littérature, les bactéries *E. coli* comptent pour près de 97 % des coliformes présents dans les matières fécales humaines, le reste étant constitué des espèces *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citrobacter* (Dufour, 1977). La méthode d'analyse utilisée pour le dénombrement des coliformes fécaux ne permet pas de les distinguer de *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 de 63 à 100 % des coliformes fécaux, selon le degré de contamination des eaux récréatives par des effluents industriels (Sekla *et al.*, 1987). Dans le cas de certaines plages de la région de Thunder Bay contaminées par des effluents d'usines de pâtes et papier, *Klebsiella* représentait jusqu'à 100 % des coliformes fécaux. Dans le voisinage de St. Catharines, l'analyse des échantillons provenant de dix-neuf plages contaminées par des effluents d'une usine de pâtes et papiers indiquait que 37 % seulement des coliformes fécaux étaient des *E. coli* (SBESC, 1992).

La bactérie *E. coli* est reconnue comme l'indicateur de choix de la contamination fécale, mais les coliformes fécaux peuvent être utilisés quand les données montrent que plus de 90 % des coliformes fécaux sont des *E. coli* (SBESC, 1992). Étant donné l'écart important entre les dénombrements de coliformes fécaux et de *E. coli* à plusieurs sites, la bactérie *E. coli* a été utilisée pour évaluer la qualité bactériologique des sites potentiels de baignade dans les eaux douces du Saint-Laurent.

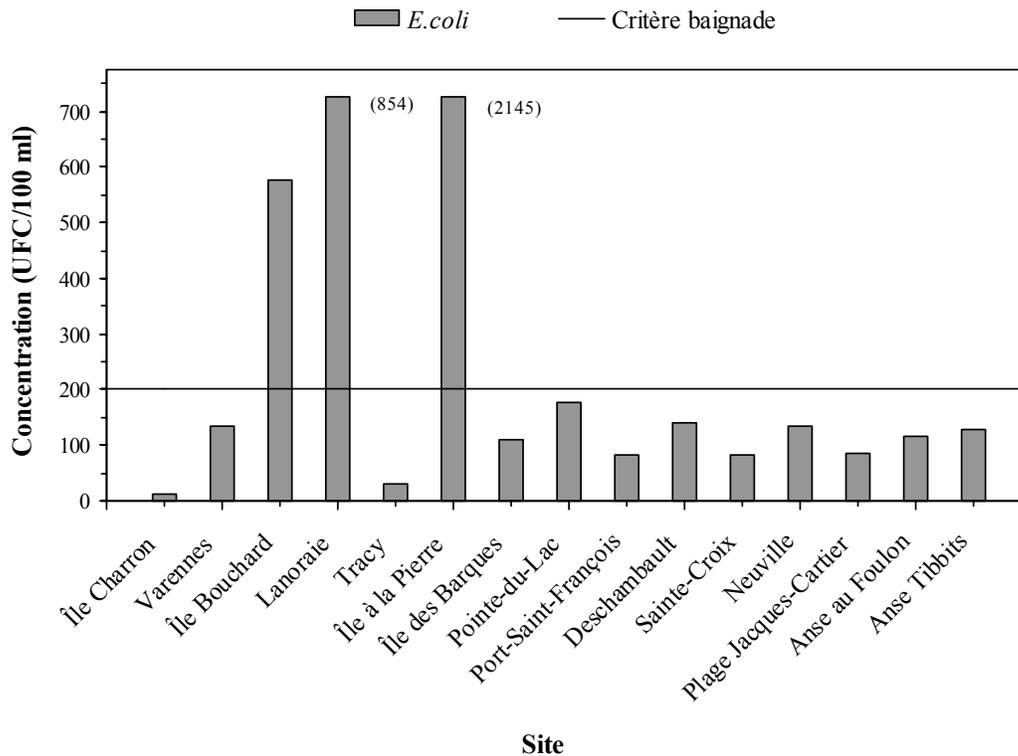


Figure 2 Moyennes géométriques saisonnières des teneurs en *E. coli* observées aux sites potentiels de baignade du fleuve Saint-Laurent, été 2002

Douze des quinze 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 Bouchard (îles de Verchères) et de l'île à la Pierre (îles de Sorel) provient des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station d'épuration de la ville de Montréal et du Centre d'épuration des eaux de la rive sud à Longueuil. La contamination observée au site de Lanoraie provient en grande partie des eaux usées traitées, mais non désinfectées, de la station d'épuration de Repentigny. L'annexe 2 présente, pour chaque site, les moyennes géométriques journalières des teneurs en *E. coli* obtenues à chaque campagne de prélèvement ainsi que les précipitations journalières enregistrées à la station météorologique de référence.

Pour plus de la moitié des sites, les concentrations en *E. coli* sont corrélées significativement ($P < 0,05$) avec les précipitations journalières enregistrées le jour, la veille ou l'avant-veille de l'échantillonnage (tableau 2). Pour les autres sites, l'absence de corrélations statistiquement significatives ne signifie pas nécessairement que ces relations n'existent pas. Dans plusieurs cas,

la petite taille des échantillons n'a probablement pas permis 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.

Tableau 2 Coefficients de corrélation de Spearman entre les concentrations de *E. coli* et les précipitations, fleuve Saint-Laurent, été 2002

N° du site	Localisation	PR ¹	PR-1 ²	PR-2 ³
SB1	Île Charron	n.s. ⁴	n.s.	n.s.
SB2	Varenes (parc de la Commune)	n.s.	n.s.	n.s.
SB3	Île Bouchard	n.s.	n.s.	n.s.
SB4	Lanoraie	n.s.	n.s.	n.s.
SB5	Tracy (parc Maisouna)	r = 0,79 P = 0,005	r = 0,67 P = 0,029	n.s.
SB6	Île à la Pierre	r = 0,79 P = 0,005	n.s.	n.s.
SB7	Île des Barques	n.s.	n.s.	n.s.
SB8	Pointe-du-Lac (parc Antoine-Gauthier)	n.s.	r = 0,68 P = 0,025	n.s.
SB9	Port-Saint-François	n.s.	r = 0,77 P = 0,007	n.s.
SB10	Deschambault	n.s.	n.s.	n.s.
SB11	Sainte-Croix (Domaine Joly)	n.s.	r = 0,76 P = 0,009	n.s.
SB12	Neuville	n.s.	n.s.	n.s.
SB13	Plage Jacques-Cartier	r = 0,76 P = 0,009	r = 0,88 P = 0,000	n.s.
SB14	Anse au Foulon	n.s.	r = 0,68 P = 0,025	n.s.
SB15	Anse Tibbits	n.s.	r = 0,70 P = 0,022	n.s.

¹ PR : précipitations journalières enregistrées le jour de l'échantillonnage

² PR-1 : précipitations journalières enregistrées la veille de l'échantillonnage

³ PR-2 : précipitations journalières enregistrées l'avant-veille de l'échantillonnage

⁴ n.s. : relation non significative ($P \geq 0,05$) entre les variables

Le potentiel des différents sites pour la baignade a été évalué selon le système de classification du programme Environnement-Plage (tableau 3) et la fréquence à laquelle le critère de qualité relatif à la baignade a été respecté.

Tableau 3 Classification de la qualité bactériologique de sites de baignade en eau douce

Moyenne géométrique des concentrations en <i>E. coli</i> d'au moins six échantillons	Qualité bactériologique du site
0 à 20 UFC/100 ml	A - Excellente
21 à 100 UFC/100 ml	B - Bonne
101 à 200 UFC/100 ml	C - Passable
≥ 201 UFC/100 ml ou plus de 10 % des échantillons > 400 UFC/100 ml ¹	D - Polluée

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

Le potentiel de chaque site pour la baignade est défini comme suit :

- 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 passable (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 4 présente une évaluation du potentiel pour la baignade des sites caractérisés au cours de l'été 2002. Les sites qui offraient le meilleur potentiel sont ceux de l'île Charron (îles de Boucherville), de Tracy, de l'île des Barques (îles de Sorel), de Port-Saint-François, de Deschambault, de Lotbinière, de l'anse Tibbits à Lévis, de la plage Jacques-Cartier et de l'anse au Foulon à Québec. Il faut noter que la qualité bactériologique d'un site et, par le fait même, son potentiel pour la baignade peuvent varier d'une année à l'autre en raison d'interventions d'assainissement ou de changements dans les conditions météorologiques et hydrologiques. C'est le cas des sites de l'île des Barques, de Port-Saint-François, de l'anse Tibbits et de l'anse au Foulon (Hébert, 2000; 2001; 2002).

Tableau 4 Évaluation du potentiel pour la baignade des sites caractérisés au cours de l'été 2002

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 Passable	D Polluée				
SB1	Île Charron	10	80	20	0	0	100	13	A	Très bon
SB2	Varenes (parc de la Commune)	10	20	30	10	40	60	135	C	Faible
SB3	Île Bouchard	10	0	0	10	90	10	578	D	Très faible
SB4	Lanoraie	10	0	0	0	100	0	854	D	Très faible
SB5	Tracy (parc Maisouna)	10	20	60	10	10	90	31	B	Très bon
SB6	Île à la Pierre	10	0	0	0	100	0	2 145	D	Très faible
SB7	Île des Barques	10	0	50	20	30	70	109	C	Bon
SB8	Pointe-du-Lac (parc Antoine-Gauthier)	10	20	30	10	40	60	177	C	Faible
SB9	Port-Saint-François	10	10	50	10	30	70	83	B	Très bon
SB10	Deschambault	10	0	30	40	30	70	139	C	Bon
SB11	Sainte-Croix (Domaine Joly)	10	0	60	40	0	100	81	B	Très bon
SB12	Neuville	10	0	30	30	40	60	135	C	Faible
SB13	Plage Jacques-Cartier	10	0	70	20	10	90	84	B	Très bon
SB14	Anse au Foulon	10	0	40	30	30	70	115	C	Bon
SB15	Anse Tibbits	10	0	40	30	30	70	129	C	Bon

CONCLUSION

Les données recueillies au cours de l'été 2002 ont permis de dresser un portrait de la qualité bactériologique de quinze sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent. Étant donné l'écart parfois important entre les dénombrements de *E. coli* et de coliformes fécaux, la bactérie *E. coli* doit être utilisée comme indicateur de contamination fécale dans les eaux douces du Saint-Laurent. En utilisant la fréquence de conformité des concentrations de *E. coli* 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 : neuf sites montraient ainsi un très bon ou un bon potentiel pour la baignade, alors que les six autres présentaient un faible ou un très faible potentiel. La qualité bactériologique d'un site et, par le fait même, son potentiel pour la baignade peuvent cependant varier d'une année à l'autre.

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 pour au moins huit sites. Ces résultats montrent l'importance des facteurs météorologiques dans la contamination bactériologique des eaux du fleuve et laissent supposer que le ruissellement 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 *E. coli* et les précipitations, il faudrait utiliser une fréquence d'échantillonnage plus élevée.

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.*, n°635, p. 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*, Québec, Direction de la santé publique de Québec et ministère de l'Environnement et de la Faune, 18 p., 3 annexes.

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

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

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

HÉBERT, S., 2002. *Évaluation de la qualité bactériologique de sites potentiels de baignade dans le Saint-Laurent, été 2001*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 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*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la coordination opérationnelle, 8 sections, 8 annexes.

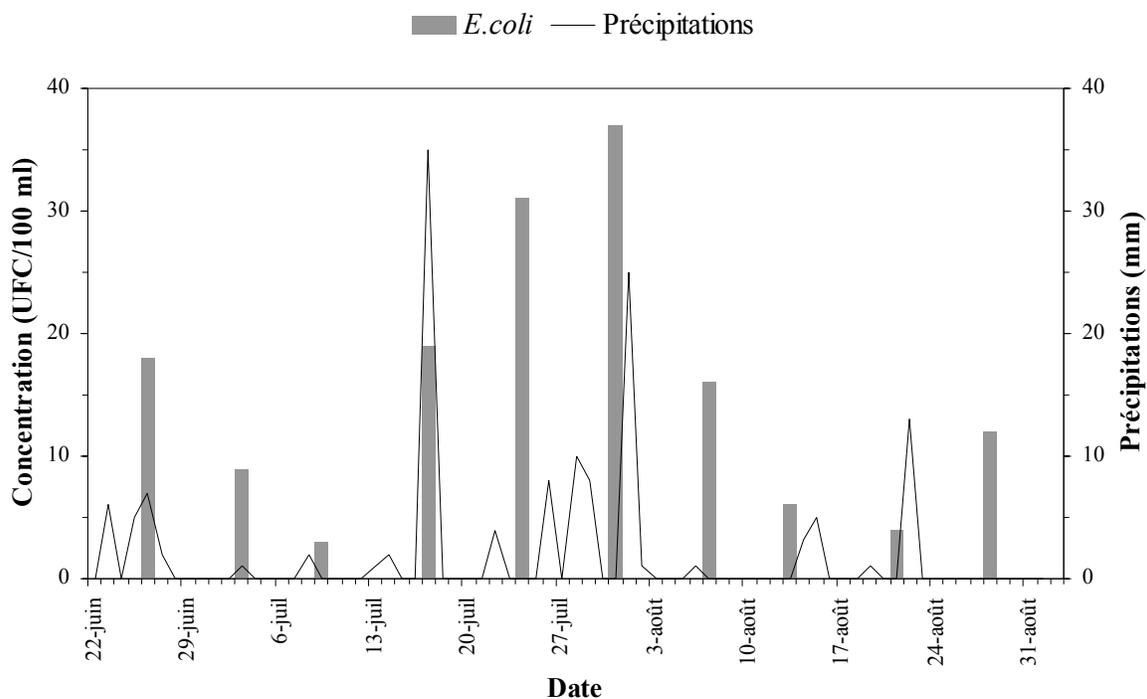
SANTÉ ET BIEN-ÊTRE SOCIAL CANADA (SBESC), 1992. *Recommandations au sujet de la qualité des eaux utilisées à des fins récréatives au Canada*, Ottawa, ministère des Approvisionnement et Services Canada, 110 p.

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*, n° 78, p. 181-184.

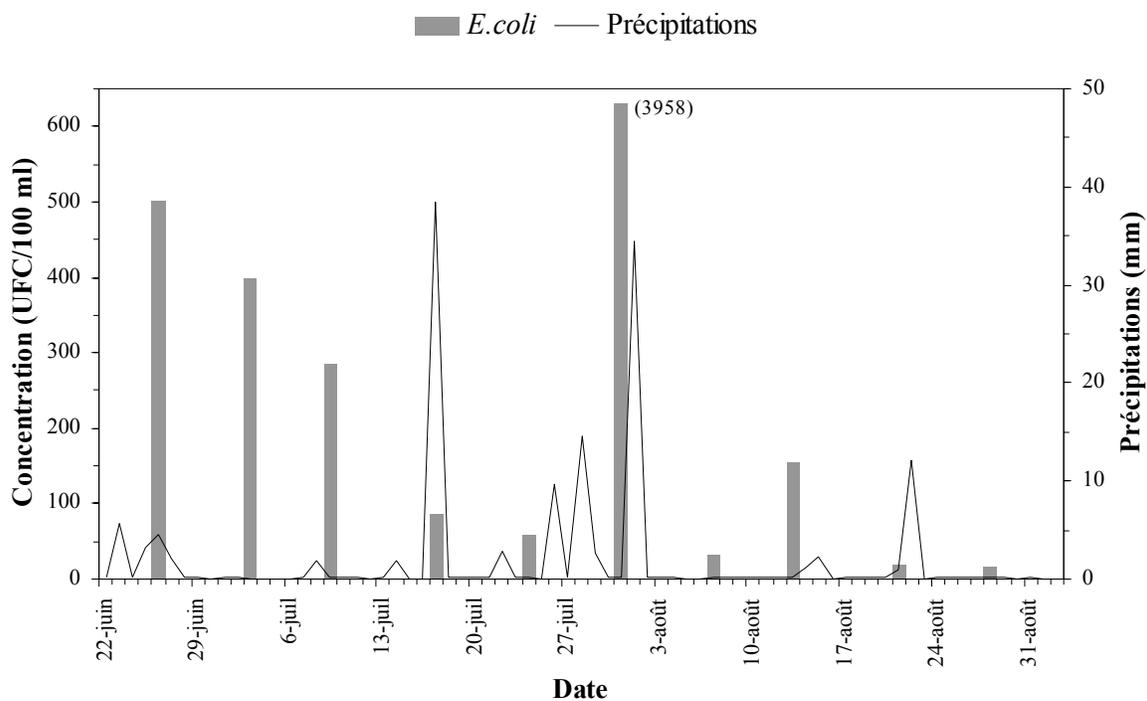
UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA), 2000. *Improved Enumeration Methods for the Recreational Water Quality Indicators: Enterococci and Escherichia coli*, Office of Science and Technology, Washington DC, EPA/821/R-97/004, 49 p.

Annexe 1 Localisation précise des sites échantillonnés au cours de l'été 2002

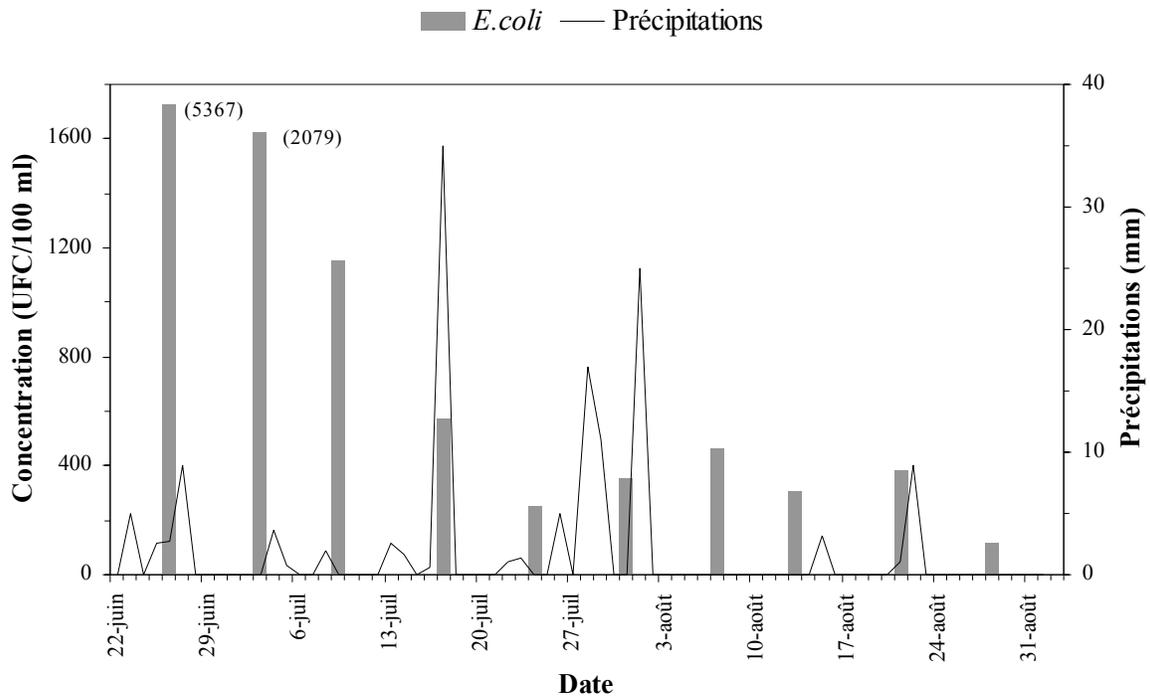
N° du site	N° BQMA	Nom	Localisation	Zone UTM	Coordonnées UTM		Station météorologique de référence
					EST	NORD	
SB1	2010	Île Charron	Îles de Boucherville, pointe amont de l'île, à côté de la rampe de mise à l'eau	18	617737	5048096	Saint-Amable
SB2	1030	Varenes	Parc de la Commune, Varenes	18	621256	5059312	Rivière-des-Prairies
SB3	2040	Île Bouchard	Îles de Verchères, côté sud de l'île, en aval immédiat de l'île aux Bœufs	18	630489	5074683	Verchères
SB4	4010	Lanoraie	Amont du quai de Lanoraie	18	638250	5090800	Rivière-des-Prairies
SB5	1050	Tracy	Parc Maisouna, Tracy	18	641750	5096012	Sorel
SB6	1060	Île à la Pierre	Îles du lac Saint-Pierre, coté sud de l'île, section centrale	18	652264	5104391	Rivière-des-Prairies
SB7	2050	Île des Barques	Îles du lac Saint-Pierre, coté nord de l'île, section centrale	18	654534	5105382	Sorel
SB8	1080	Pointe-du-Lac	Parc Antoine-Gauthier, Pointe-du-Lac	18	678600	5127500	Saint-Thomas-de-Caxton
SB9	1070	Port-Saint-François	Amont du quai de Port-Saint-François (Nicolet)	18	683300	5126700	Nicolet
SB10	2080	Deschambault	Aval du quai de Deschambault	19	276075	5169892	Deschambault
SB11	4020	Sainte-Croix	Domaine Joly, en amont de l'ancien quai de Pointe-Platon, Sainte-Croix	19	281900	5172000	Deschambault
SB12	1140	Neuville	Galets Robitaille en amont de la marina, Neuville	19	302550	5174400	Donnacona
SB13	3080	Plage Jacques-Cartier	Parc de la plage Jacques-Cartier, face au stationnement, Québec	19	323200	5179650	Beauséjour
SB14	1160	Anse au Foulon	Anse au Foulon, amont de la marina de Sillery, Québec	19	329050	5183150	Lauzon
SB15	1180	Anse Tibbits	Parc Saint-Laurent, en amont de l'anse Tibbits, Lévis	19	332550	5184500	Lauzon



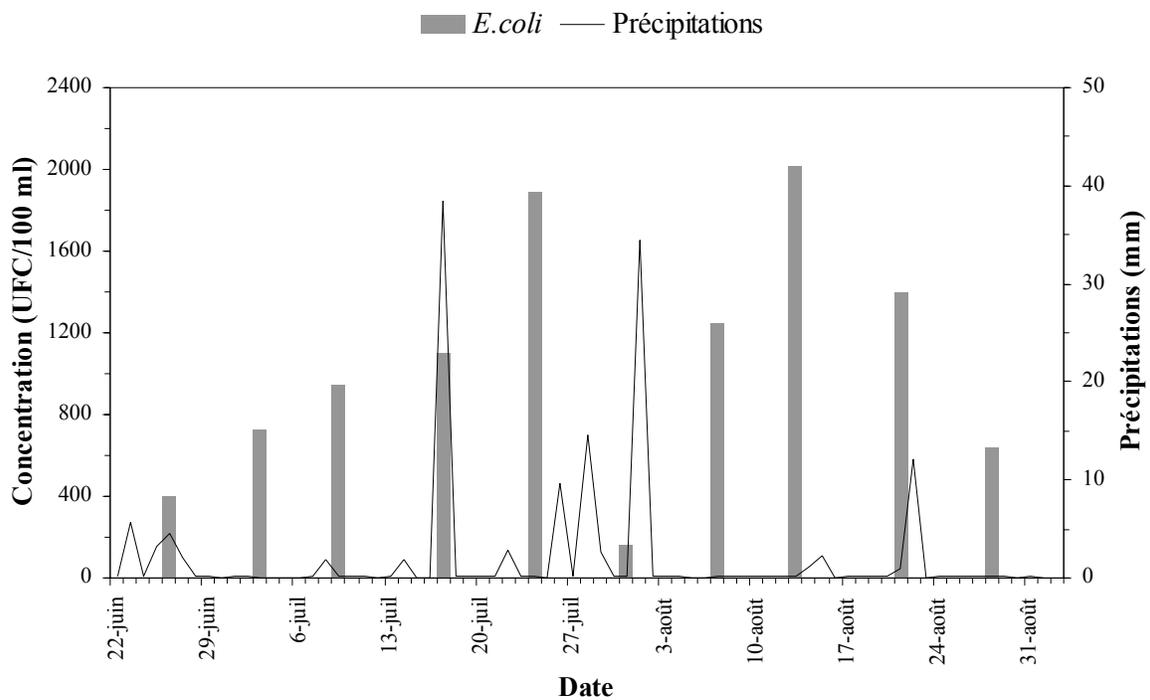
Annexe 2.1 Qualité bactériologique du site de l'île Charron, été 2002



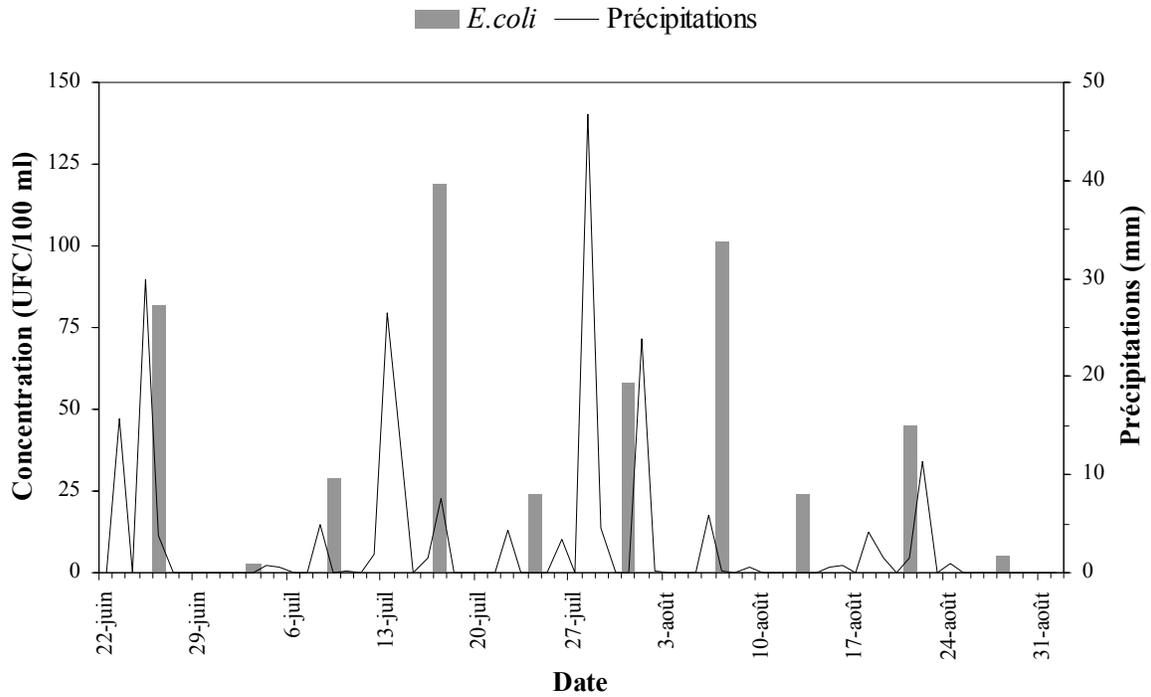
Annexe 2.2 Qualité bactériologique du site de Varennes, été 2002



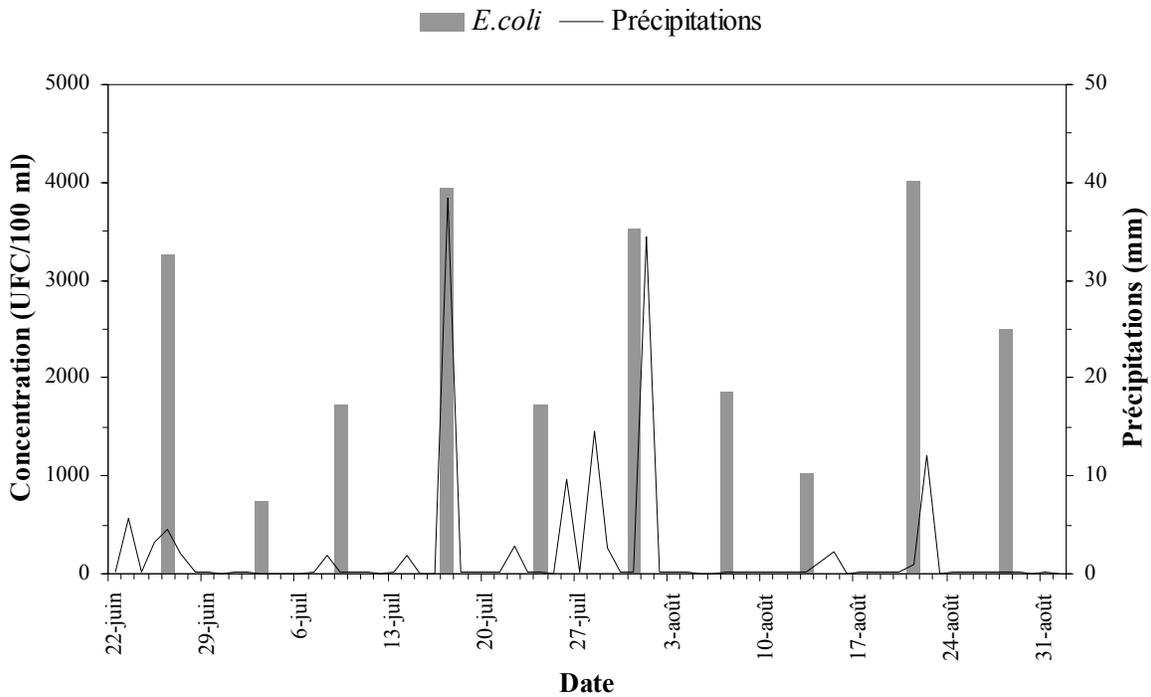
Annexe 2.3 Qualité bactériologique du site de l'île Bouchard, été 2002



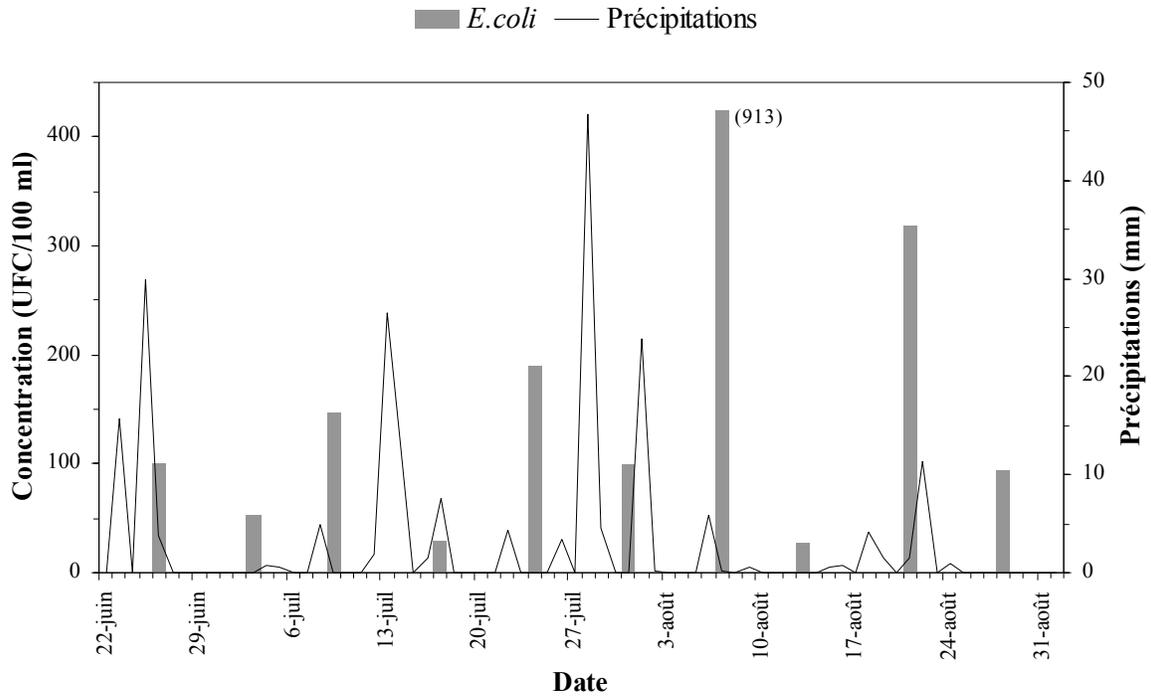
Annexe 2.4 Qualité bactériologique du site de Lanoraie, été 2002



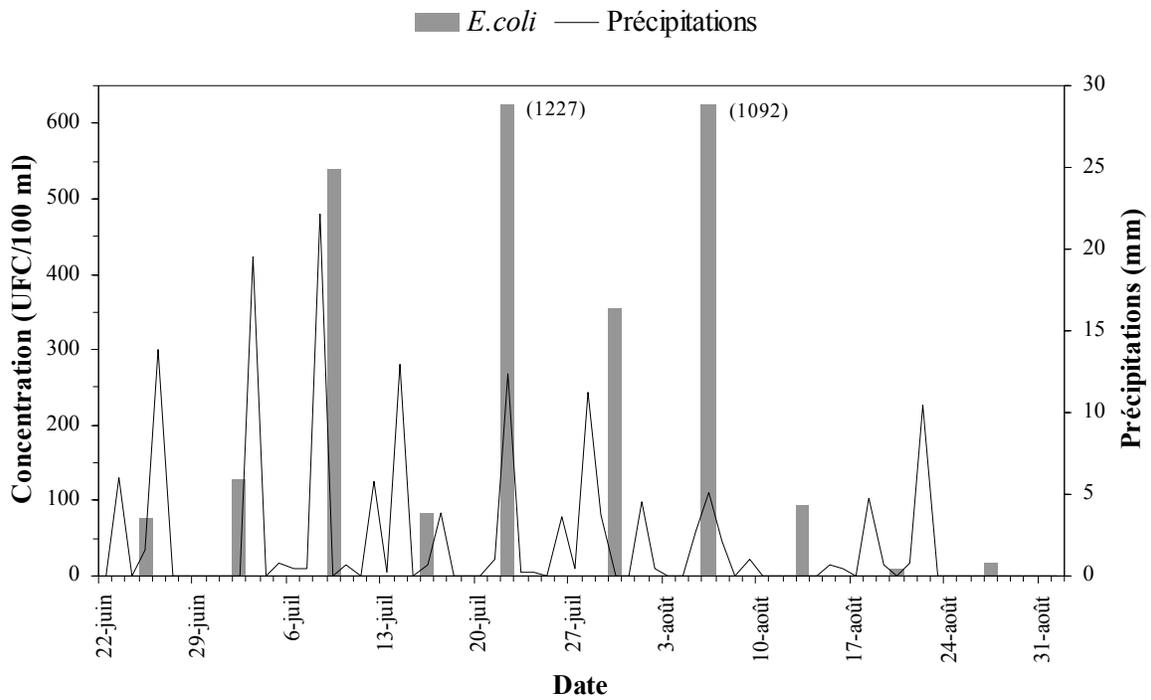
Annexe 2.5 Qualité bactériologique du site de Tracy, été 2002



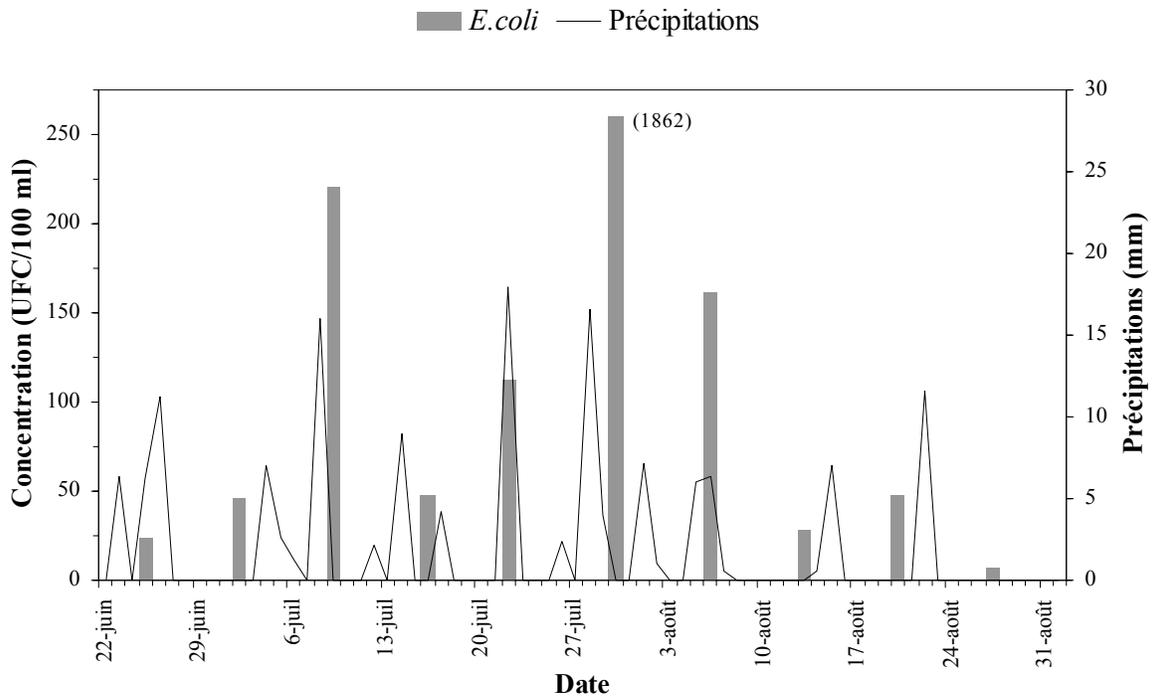
Annexe 2.6 Qualité bactériologique du site de l'île à la Pierre, été 2002



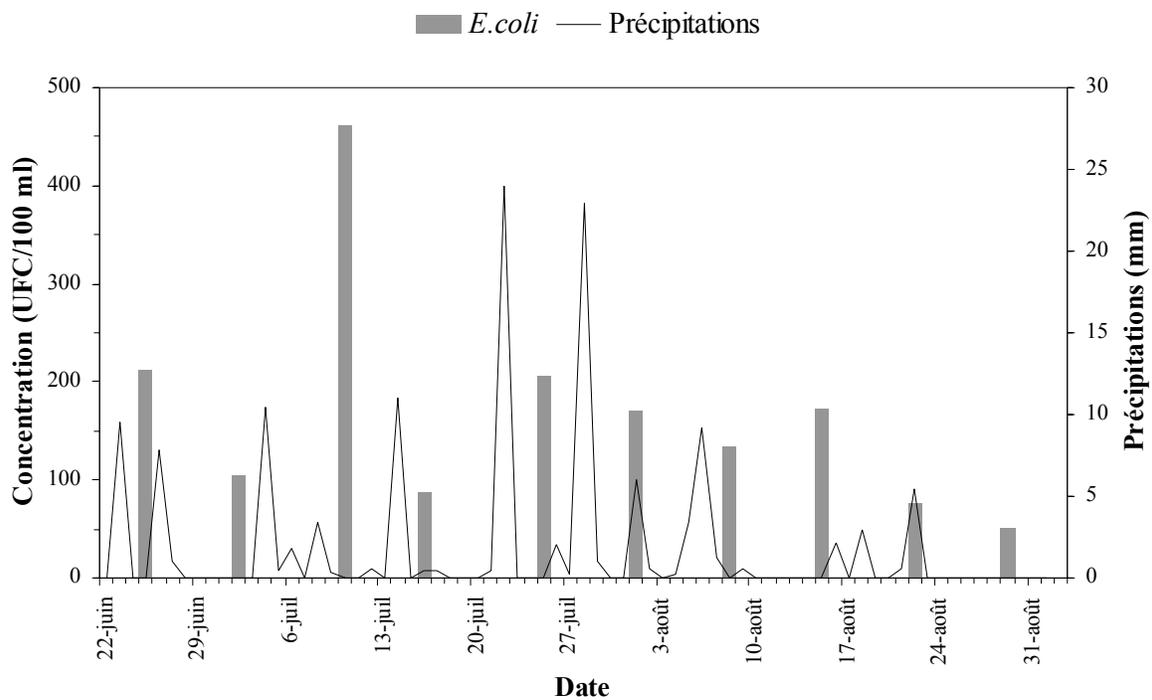
Annexe 2.7 Qualité bactériologique du site de l'île des Barques, été 2002



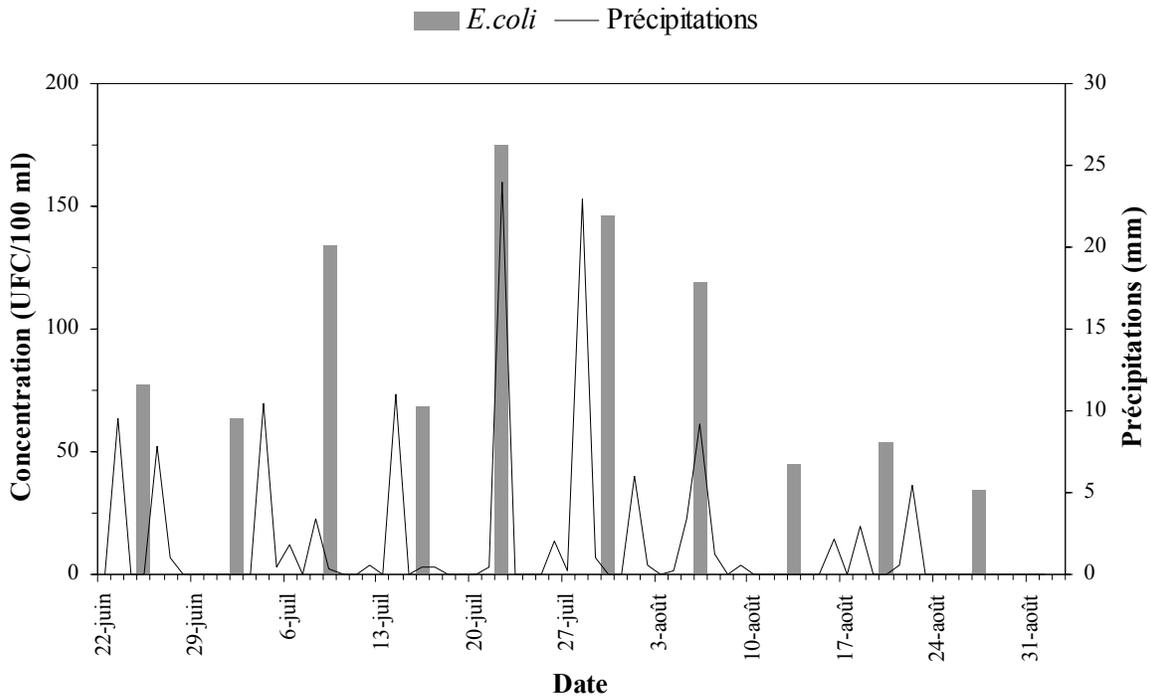
Annexe 2.8 Qualité bactériologique du site de Pointe-du-Lac, été 2002



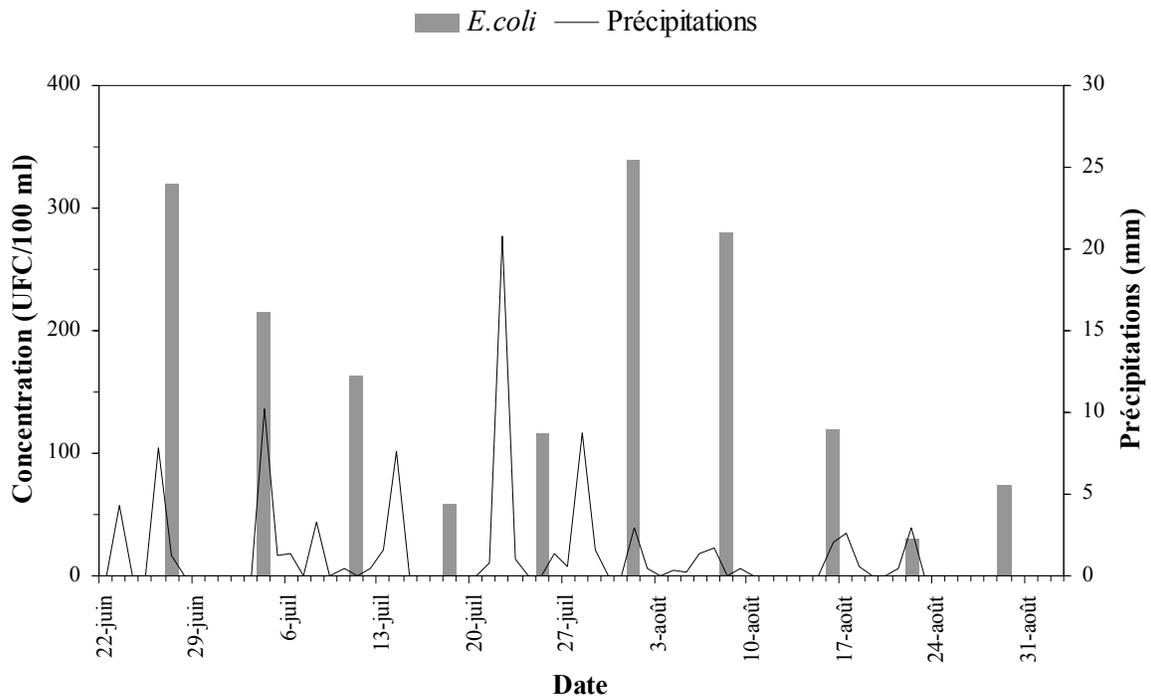
Annexe 2.9 Qualité bactériologique du site de Port-Saint-François, été 2002



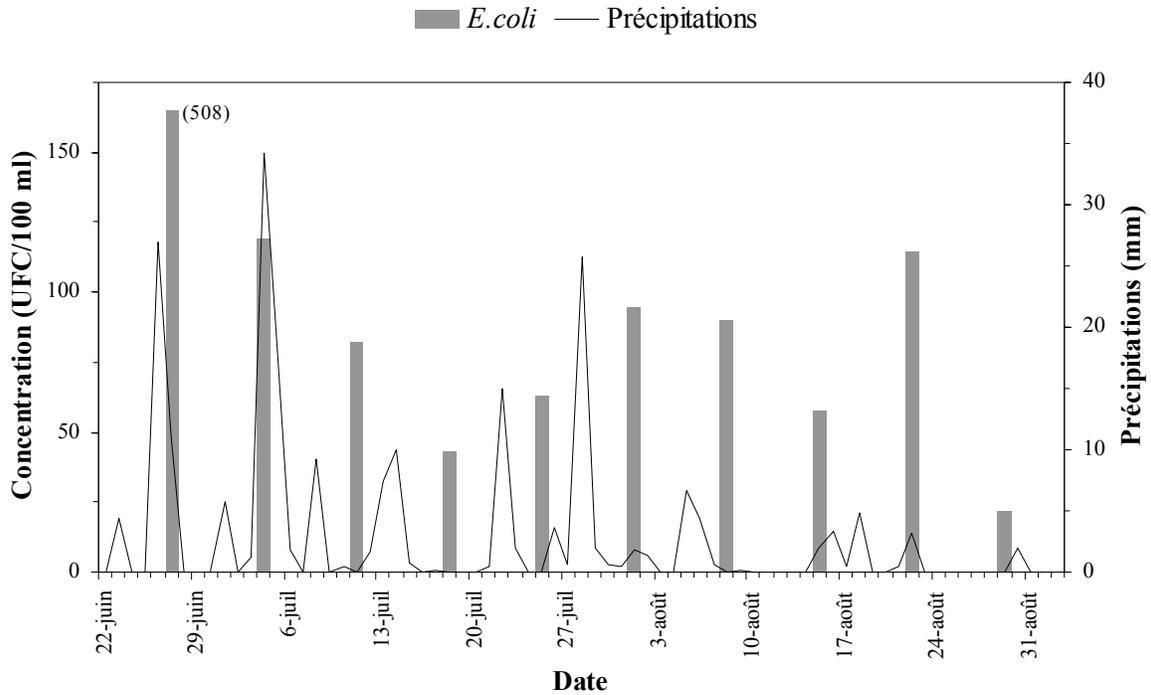
Annexe 2.10 Qualité bactériologique du site de Deschambault, été 2002



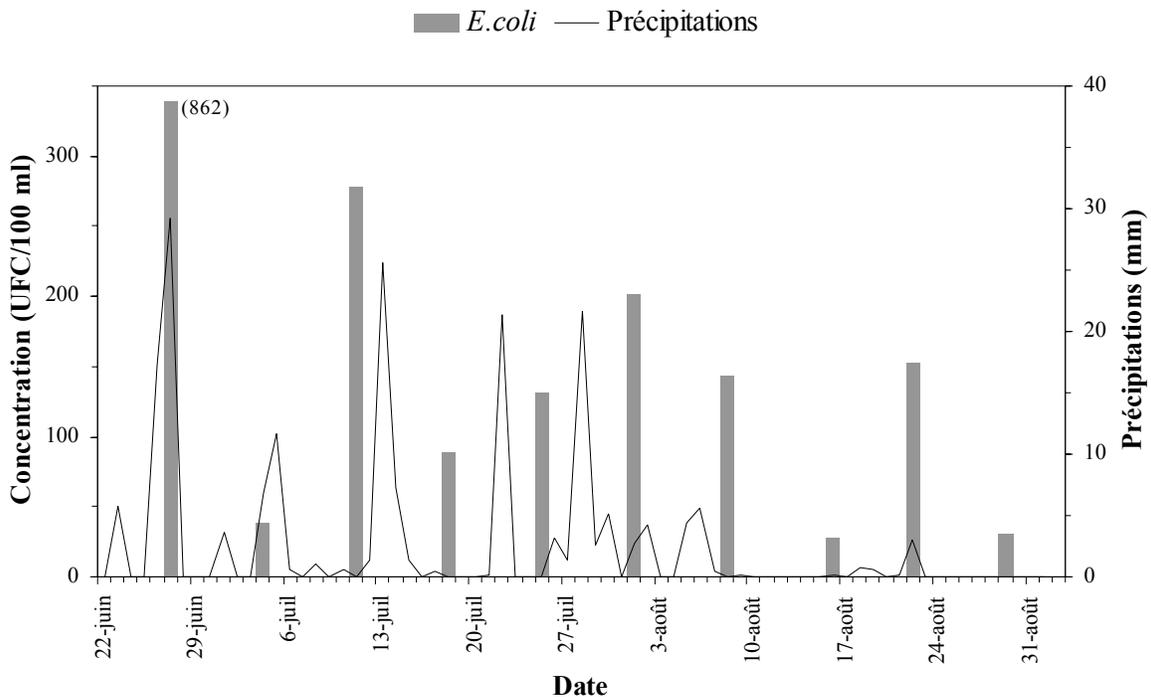
Annexe 2.11 Qualité bactériologique du site de Sainte-Croix, été 2002



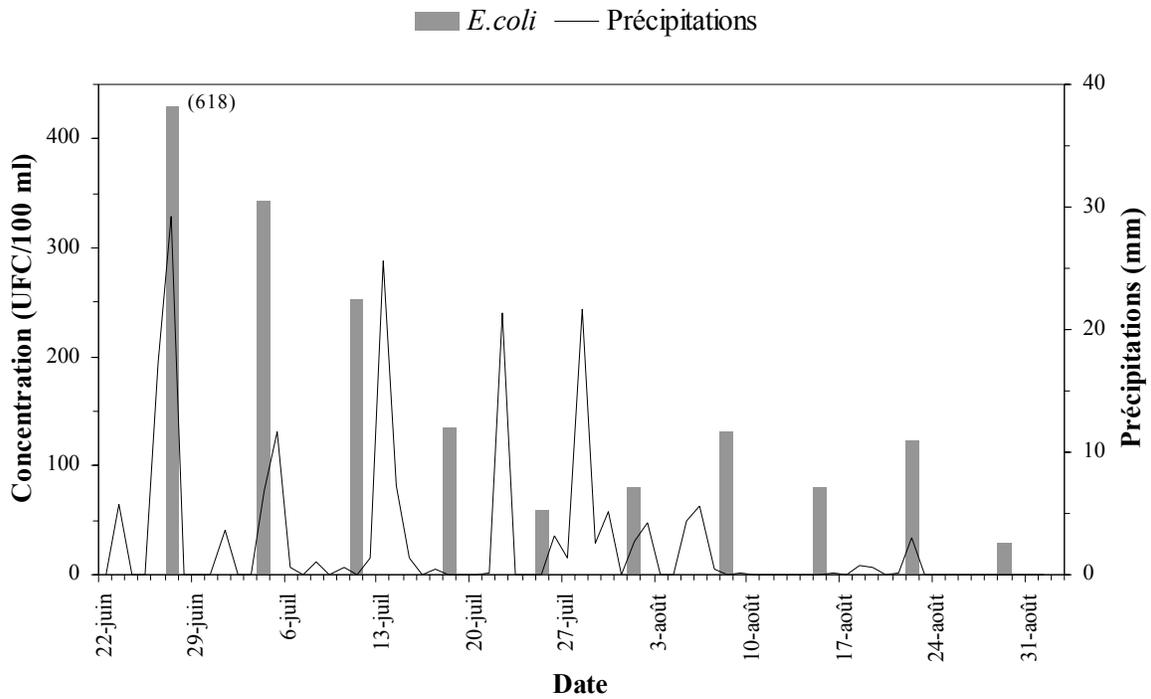
Annexe 2.12 Qualité bactériologique du site de Neuville, été 2002



Annexe 2.13 Qualité bactériologique de la plage Jacques-Cartier, été 2002



Annexe 2.14 Qualité bactériologique du site de l'anse au Foulon, été 2002



Annexe 2.15 Qualité bactériologique du site de l'anse Tibbits, été 2002

Annexe 3 Sources potentielles de contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2002

N° du site	Localisation	Sources potentielles
SB1	Île Charron	Site peu influencé par les débordements, en temps de pluie, des nombreuses structures de surverse localisées en amont sur la rive sud
SB2	Varenes	Présence de plus d'une centaine de structures de surverse en amont, sur le territoire des municipalités localisées entre La Prairie et Varenes
SB3	Île Bouchard	Les eaux usées traitées mais non désinfectées des villes de Montréal et de Longueuil
SB4	Lanoraie	Les eaux usées traitées mais non désinfectées de la ville de Repentigny et présence de nombreuses structures de surverse en amont
SB5	Tracy	Présence de plus d'une centaine d'ouvrages de surverse le long de la rive sud entre La Prairie et Tracy
SB6	Île à la Pierre	Les eaux usées traitées mais non désinfectées des villes de Montréal et de Longueuil
SB7	Îles des Barques	Les eaux usées traitées mais non désinfectées des villes de Montréal et de Longueuil (influence occasionnelle) et les débordements par temps de pluie dans la rivière Richelieu et le fleuve des structures de surverse de la municipalité de Sorel et des municipalités localisées plus en amont
SB8	Parc Antoine-Gauthier (Pointe-du-Lac)	Les rivières aux Sables et Yamachiche ainsi que les ruisseaux Saint-Charles (présence d'une structure de surverse) et aux Glaises, localisés en amont du site, dans un rayon de 9 km
SB9	Port-Saint-François	Présence d'une structure de surverse d'un poste de pompage (à 205 m de la rive, au bout du quai) dans le fleuve et de sept structures de surverse dans la rivière Nicolet

Annexe 3 Sources potentielles de contamination bactériologique des sites échantillonnés au cours de l'été 2002 (suite)

N° du site	Localisation	Sources potentielles
SB10	Deschambault	Structure de surverse du poste de pompage situé à l'embouchure du ruisseau Gignac (à 250 m en aval du site)
SB11	Sainte-Croix	Présence de résidences isolées en amont (pas de réseau d'égouts)
SB12	Neuville	Trois structures de surverse dans un rayon de 3 km en amont du site
SB13	Plage Jacques-Cartier	Trois structures de surverse localisées dans un rayon de 2 km en amont et en aval du site
SB14	Anse au Foulon	Trois structures de surverse localisées dans un rayon de 1 km du site
SB15	Anse Tibbits	Une structure de surverse (régulateur Rochette) située directement en aval du site et une autre (régulateur de la Marina) située à moins de 1 km en amont
