

SUIVI DES RIVIÈRES DU HAUT-BASSIN DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES

Campagne 2010



*Association pour la protection de l'environnement du
lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL)*

Janvier 2011

Rédaction

Andréanne Boisvert, *Biologiste, M.Sc.*, APEL

Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc.*, APEL

Travaux de terrain

Andréanne Boisvert, *Biologiste, M.Sc.*, APEL

Anne-Sophie Maitret, *Hydrobiologiste*, APEL

Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc.*, APEL

François Côté, *Adjoint à la direction, M.Sc.*, APEL

Révision

Mélanie Deslongchamps, *Directrice générale*, APEL

François Côté, *Adjoint à la direction, M.Sc.*, APEL

Référence à citer

APEL (2011) Suivi des rivières du haut-bassin de la rivière Saint-Charles – Campagne 2010, Association pour la protection de l’environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 38 pages + 1 annexe.

Description des photos en page couverture

Échantillonnage près des travaux de l’autoroute 73, Sonja Behmel, 2010

Échantillonnage à l’aide de la sonde sur la rivière des Hurons, Anne-Sophie Maitret, 2010

Secteur pristine de la rivière Noire, Anne-Sophie Maitret, 2010

Sommaire exécutif

Plusieurs campagnes d'échantillonnage sont effectuées par l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) sur les principales rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles depuis 2002. Ces campagnes ont été intensifiées en 2008 et 2009 dans le cadre de l'*Étude limnologique du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles*.

Afin d'assurer une continuité spatiale et temporelle des connaissances sur la qualité de l'eau de ces rivières et de repérer rapidement des dégradations de la qualité de l'eau, l'APEL a poursuivi les campagnes d'échantillonnage aux principales stations en 2008, 2009 et 2010. Ainsi, 25 stations ont été échantillonnées en 2010 dont neuf aux deux semaines et 16 aux quatre semaines sur les rivières Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, Savard, Nelson, Saint-Charles, des Trois-Petits-Lacs, sur la décharge du lac Delage, ainsi que sur les ruisseaux du Valet, des Eaux-Fraîches, Talbot et Courte-Boite. En septembre 2010, six stations ont été ajoutées sur les rivières des Hurons et Noire. Les paramètres mesurés étaient l'oxygène dissous (OD), le pH, la conductivité, la température, les matières en suspension (MES), le phosphore total (PT) et les coliformes fécaux (CF). Parmi ces stations, deux se situent à la sortie des usines d'épuration des eaux usées de la ville de Lac-Delage et de la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury.

De manière globale, la qualité de l'eau de toutes les rivières échantillonnées est caractérisée par des concentrations élevées de CF, de PT et de MES. Nous avons pu observer des dépassements du seuil en CF pour la baignade (200 UFC/100 mL) dans les rivières des Hurons, Hibou, des Trois-Petits-Lacs, Savard et Nelson, ainsi qu'au ruisseau du Valet, des Eaux-Fraîches, et ce, par temps sec et par temps de pluie. En ce qui concerne les concentrations en PT, ce sont les rivières des Hurons, Noire et Hibou qui ont présenté le plus couramment des dépassements du seuil établi pour éviter la prolifération des algues (20 µg/L), par temps de pluie et par temps sec. Les rivières Savard, Nelson et Courte-Boite, ainsi que le ruisseau du Valet, présentent également des dépassements, mais de manière occasionnelle et davantage en temps de pluie. Les plus importantes charges en MES ont pu être associées aux rivières des Hurons, Noire et Hibou.

Il est important de souligner que les quantités de CF observées dans la rivière Saint-Charles ont diminué de manière constante depuis 2007. En effet, des travaux correctifs ont eu lieu dans ce secteur pour éliminer des branchements croisés. De plus, le collecteur de la Garde, situé à environ 1 km de la prise d'eau, a subi une réfection importante en 2008 et 2009. L'amélioration de la qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles en amont de la prise d'eau concernant les CF démontre l'efficacité des mesures prises à cet effet.

En ce qui concerne les stations d'épuration, une augmentation de la concentration en CF et en PT a pu être observée à la station d'épuration de Lac-Delage depuis 2008. Quant au PT, les deux stations respectent les normes du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

De manière globale, les dépassements des seuils établis pour les CF sont probablement attribuables à des installations septiques défectueuses et/ou inefficaces et à des branchements croisés, selon le secteur. Les dépassements en PT et en MES sont particulièrement attribuables à l'érosion. En effet, pour les rivières Noire et des Hurons, les travaux liés au prolongement de l'autoroute 73 pourraient en être la source. Dans le secteur des rivières Nelson et Hibou, c'est plutôt le développement domiciliaire et l'érosion des rives qui sont probablement impliqués dans les apports en PT et en MES.

Table des matières

Sommaire exécutif	i
Table des matières.....	ii
Liste des figures	iv
Liste des tableaux.....	vi
1 Introduction.....	1
2 Méthodologie.....	2
2.1 Échantillonnage des cours d'eau	2
2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit.....	5
2.3 Analyse des données de qualité de l'eau	6
3 Événements répertoriés en 2010 et ayant un impact sur les écosystèmes aquatiques	7
4 Régimes de précipitations et de débits 2010.....	9
5 Analyse des résultats.....	11
5.1 Sous-bassin de la rivière des Hurons.....	11
5.1.1 Rivière des Hurons.....	11
5.1.2 Rivière Noire.....	14
5.1.3 Rivière Hibou.....	14
5.1.4 Rivière des Trois-Petits-Lacs	14
5.1.5 Usine d'épuration des eaux usées de Stoneham.....	15
5.2 Sous-bassin de la décharge du lac Delage.....	15
5.2.1 Décharge du lac Delage	15
5.2.2 Usine d'épuration des eaux usées de Lac-Delage	17
5.3 Sous-bassin de la rivière Jaune.....	17
5.3.1 Rivière Jaune.....	17
5.3.2 Ruisseau du Valet.....	19
5.4 Sous-bassin de la rivière Nelson	19
5.4.1 Rivière Nelson.....	19
5.4.2 Ruisseau Savard	22
5.5 Petits affluents du lac Saint-Charles.....	22

5.5.1	Ruisseau Talbot	22
5.5.2	Ruisseau Courte-Botte.....	23
5.6	Rivière Saint-Charles.....	23
5.6.1	Rivière Saint-Charles	23
5.6.2	Ruisseau des Eaux-Fraîches	26
6	Conclusions et recommandations	28
	Références	31
	Rapports d’analyse 2010	31
	Rapports d’analyse 2009	31
	Rapports d’analyse 2008	31
	Rapports d’analyse 2007	32
	Annexe : Graphiques représentant l’effet de la pluie sur les résultats de PT, de MES et de CF et les corrélations entre le débit et les concentrations de PT, de MES et de CF	33
	Sous-bassin de la rivière des Hurons.....	33
	Sous-bassin de la décharge du lac Delage.....	37
	Sous-bassin de la rivière Jaune.....	38
	Sous-bassin de la rivière Nelson	39
	Rivière Saint-Charles	42

Liste des figures

Figure 1 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage de 2010.	3
Figure 2 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin et localisation des stations d'échantillonnage.	4
Figure 3 : Localisation des événements répertoriés en 2010 dans le bassin versant de la prise d'eau potable et ayant un impact sur les écosystèmes aquatiques.	8
Figure 4 : Précipitations mensuelles lors des mois d'hivers et de printemps 2007-2008, 2008-2009 et 2009-2010. Données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage.	9
Figure 5 : Précipitations mensuelles enregistrées par le pluviomètre U027 de la Ville de Québec (rue Carbonneau) pendant les périodes de suivi des rivières de 2008, 2009 et 2010.	10
Figure 6 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station débitmétrique située sur la rivière des Hurons en 2008, 2009 et 2010.	10
Figure 7 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010 (en ordre de l'amont vers l'aval).	11
Figure 8 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010.	12
Figure 9 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010.	13
Figure 10 : Concentrations de CF mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.	15
Figure 11 : Concentrations de PT mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.	16
Figure 12 : Concentrations de MES mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.	17
Figure 13 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010. ..	18
Figure 14 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010. ..	19
Figure 15 : Concentration de MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010. ..	19
Figure 16 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010. ..	20
Figure 17 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010. ..	21
Figure 18 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010.	21
Figure 19 : Concentrations de CF mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010. ..	22
Figure 20 : Concentrations de PT mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010.	23
Figure 21 : Concentrations de MES mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010.	23
Figure 22: Concentrations de CF (UFC/100ml) à la station E05 sur la rivière Saint-Charles.	24
Figure 23 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010. ..	25
Figure 24 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010.	26

Figure 25 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010.	26
Figure 26 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.	33
Figure 27: Effets de la pluie sur les concentrations de PT ($\mu\text{g/L}$) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.	34
Figure 28 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.	35
Figure 29 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E07, rivière des Hurons.	35
Figure 30 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E08, rivière Hibou.	36
Figure 31 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E09, ruisseau des Trois-Petits-Lacs.	36
Figure 32 : Effets de la pluie sur les concentrations en CF (UFC/100ml) aux stations situées dans la décharge du lac Delage.	37
Figure 33 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées sur les rivières Jaune et du Valet.	38
Figure 34 : Corrélation entre le débit et les concentrations de CF (UFC/100ml) à la station E03 en 2010, rivière Jaune.	38
Figure 35 : Effets de la pluie sur les concentrations en CF (UFC/100ml) aux stations situées dans le sous-bassin versant de la rivière Nelson.	39
Figure 36 : Corrélation interannuelle CF/débit 2009/2010 à la station E06, rivière Nelson.	39
Figure 37 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E06, rivière Nelson.	40
Figure 38 : Effets de la pluie sur les concentrations de PT ($\mu\text{g/L}$) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière Nelson.	40
Figure 39 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière Nelson.	41
Figure 40 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.	42
Figure 41 : Effets de la pluie sur les concentrations de PT ($\mu\text{g/L}$) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.	42
Figure 42 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.	43

Liste des tableaux

Tableau 1 : Valeurs-seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997).....	6
Tableau 2 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le MDDEP.	6
Tableau 3 : Calcul de la charge en phosphore total pour la station E07 située sur la rivière des Hurons.....	14

1 Introduction

En 2007 et 2008, dans le cadre de l'*Étude limnologique du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009), l'APEL a réalisé une campagne d'échantillonnage des principales rivières de ce territoire qui alimente une usine de traitement de l'eau potable. Cette campagne d'échantillonnage avait alors permis de dresser un portrait global et à jour de la qualité de l'eau des cours d'eau du haut-bassin de la rivière Saint-Charles. Avant 2007, les données disponibles étaient ponctuelles et dispersées sur le territoire. Ces travaux ont notamment permis de repérer des contaminations importantes. L'étude a aussi révélé que, globalement, la qualité de l'eau des rivières du haut-bassin est bonne ou satisfaisante par rapport aux paramètres étudiés, mais que des épisodes de contamination d'intensité variable ont lieu dans la plupart des cours d'eau étudiés. Des contaminations importantes en CF ont été constatées dans plusieurs petits cours d'eau du territoire, ainsi que dans la rivière Jaune et la rivière Nelson. De plus, il a été découvert que les apports de MES et de PT de la rivière des Hurons au lac Saint-Charles peuvent être extrêmes en temps de crue. Il a été démontré que la pluie et les crues étaient les facteurs expliquant la majorité des contaminations détectées. Plusieurs recommandations suggéraient donc d'améliorer la gestion des eaux pluviales du territoire et d'effectuer des enquêtes approfondies pour découvrir les sources des contaminations fécales.

Le suivi des rivières s'est poursuivi en 2009 (APEL, 2010) afin d'améliorer le portrait de la qualité de l'eau des rivières et d'assurer une surveillance du territoire. En 2009, comparativement à 2008, la crue printanière a été moins forte et il y a eu moins de pluie. Les résultats du suivi de 2009 présentaient donc des différences même si, de manière générale, des tendances similaires à celles de 2007-2008 ont été observées. En 2009, on avait notamment constaté une dégradation de la qualité bactériologique du ruisseau des Eaux-Fraîches, alors qu'une amélioration générale de ce paramètre avait été notée dans les autres cours d'eau. À cause des crues moins importantes de la rivière des Hurons en 2009, une diminution des valeurs de PT et de MES y avait été observée.

En 2010, la Ville de Québec a voulu poursuivre la surveillance de la qualité de l'eau dans le haut-bassin de la rivière Saint-Charles. L'APEL a donc reçu le mandat de poursuivre l'échantillonnage des rivières.

Ce rapport présente une synthèse des résultats de qualité de l'eau des rivières en 2010 et expose les facteurs pouvant avoir eu un impact sur ceux-ci. Un fichier Excel présentant toutes les données de 2010 est joint à ce rapport.

2 Méthodologie

2.1 Échantillonnage des cours d'eau

Les stations d'échantillonnage sont localisées sur la carte de la Figure 1 et sur le schéma de la Figure 2.

Entre le 27 avril et le 2 novembre, les neuf stations principales (stations E01 à E09) ont été visitées toutes les deux semaines et les stations secondaires ont été échantillonnées une fois par mois. Les stations E54 et E55 sont situées à la sortie des usines d'épuration des eaux usées de la ville de Lac-Delage et de la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury.

Six stations ont été ajoutées en amont de la station E51, soit les stations P08RH, E12 et E10 sur la rivière des Hurons et les stations P06RH, P07RH et E11 sur la rivière Noire. L'objectif de l'échantillonnage à ces endroits était la vérification de l'influence du camping de Stoneham et des travaux sur l'autoroute 73. Ces stations ont été échantillonnées quatre fois entre le 28 septembre et le 2 novembre.

En 2010, les stations d'échantillonnage sur les ruisseaux Leclerc et Plamondon ont été retirées du suivi, car une enquête approfondie a été menée par l'APEL sur ces cours d'eau pour découvrir les sources de contaminations en CF et en PT. Il faut néanmoins noter que les contaminations se sont poursuivies en 2010 et ont donc pu influencer les résultats observés dans la rivière des Hurons à la station E01.

Les paramètres mesurés à chaque station d'échantillonnage étaient les suivants : la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous à l'aide d'une sonde HI 9828, ainsi que les CF, le PT et les MES. Pour les CF, le PT et les MES, tous les échantillons ont été analysés à la Division des laboratoires du Service de l'environnement de la Ville de Québec.

De manière générale, les méthodes, appareils et protocoles d'échantillonnage utilisés en 2010 sont les mêmes que ceux utilisés de 2007 à 2009 à l'exception de la méthode d'analyse en laboratoire.

En 2007 et 2008, l'APEL a recouru aux services de la compagnie Maxxam pour l'analyse des CF, tandis que les laboratoires de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) ont procédé aux analyses de PT et de MES. En 2009, toutes les analyses ont été effectuées par la compagnie Maxxam. Depuis 2010, le laboratoire de la Ville de Québec réalise les analyses pour tous les paramètres. Les changements de laboratoires ont surtout un impact sur les résultats de phosphore total. Le laboratoire de la Ville de Québec emploie la méthode dite de « phosphore trace », alors que la méthode d'analyse utilisée par Maxxam (2009) et par l'INRS (2008 et 2009) peut être qualifiée de méthode « usuelle ». La variation entre les résultats obtenus par chacune des méthodes dépend de la concentration de phosphore. En effet, pour chaque résultat évalué individuellement, la méthode usuelle sous-estime le contenu en PT en deçà de 11,5 µg/L. À $\geq 11,5$ µg/L la méthode de « phosphore trace » surestime le PT (MDDEP, 2006). Lors des comparaisons entre les résultats de 2009 et 2010, il faut tenir compte de cette variation.

Programme de suivi 2010, bassin versant de la rivière Saint-Charles

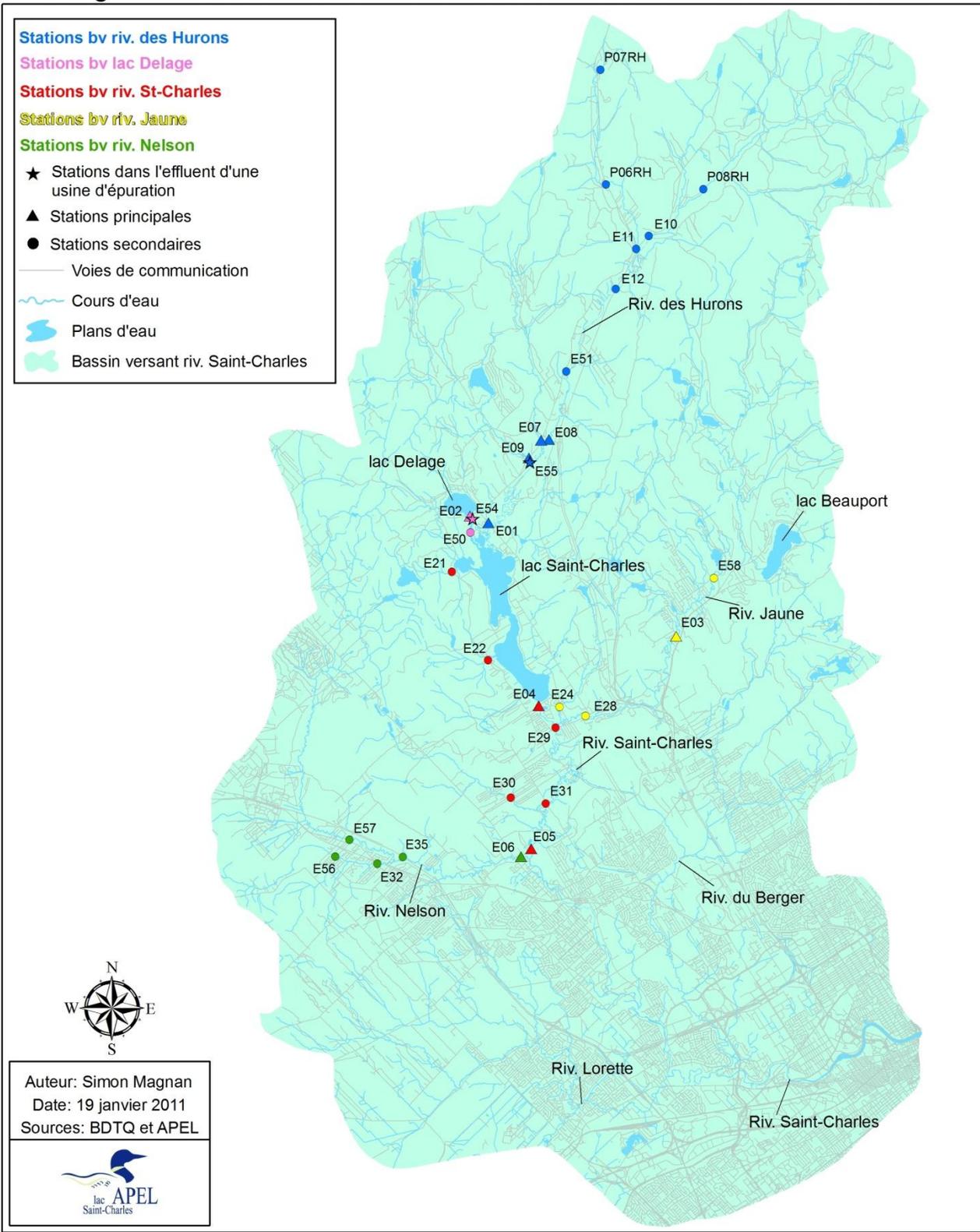


Figure 1 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage de 2010.

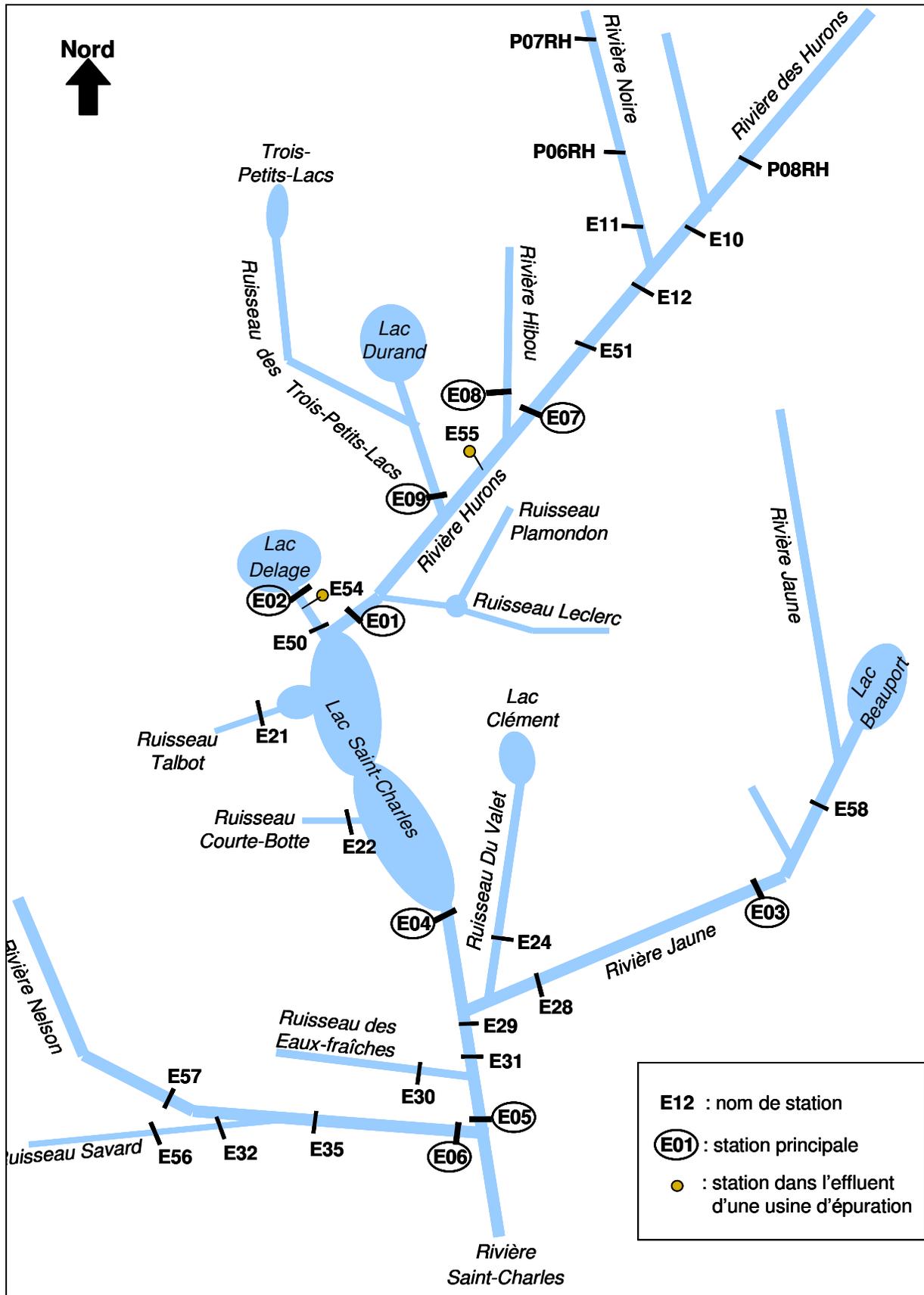


Figure 2 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin et localisation des stations d'échantillonnage.

2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit

Les données de quatre pluviomètres opérés par la Ville de Québec couvrant le bassin versant étudié ont été utilisées pour évaluer l'effet de la pluie sur la qualité de l'eau. Ces pluviomètres sont nommés U027, U926, U901 et U911.

Chaque station d'échantillonnage a été associée à un pluviomètre en particulier en utilisant la zone de couverture de ceux-ci (polygone de Tiersen). La quantité de pluie tombée dans les 24 heures précédant chaque échantillonnage a ainsi pu être calculée pour toutes les stations d'échantillonnage.

Pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau, les échantillonnages ont été classés en trois régimes de précipitations :

Temps sec : 0 à 4,9 mm dans les 24 heures précédant l'échantillonnage

Faible pluie : 5 à 9,9 mm dans les 24 heures précédant l'échantillonnage

Pluie : 10 mm ou plus dans les 24 heures précédant l'échantillonnage

Ensuite, les résultats de qualité de l'eau ont été rapportés sur un graphique en leur attribuant un symbole distinctif selon le régime de précipitations. Cette analyse simple a permis de vérifier rapidement si la pluie pouvait être en cause dans les cas de contamination.

Le débit instantané a été évalué à 18 stations. Pour ce faire, l'aire transversale du cours d'eau a été évaluée et la vitesse d'écoulement a été mesurée au centre de l'écoulement. Pour les stations E07 sur la rivière des Hurons et E35 sur la rivière Nelson, les débits journaliers moyens (pris aux 15 min) des stations du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), situées à proximité, ont été utilisés.

À l'aide des mesures de débit instantané, nous avons établi des corrélations entre le débit et la concentration des différents paramètres mesurés quand $n \geq 15$. Cette analyse nous a permis de déterminer si la concentration de contaminants était attribuable au débit élevé seulement; s'il y avait une concentration élevée en continu ou encore lors de faible débit seulement.

Les débits journaliers moyens du CEHQ à la station E07 ont servi à réaliser une approximation du calcul de charge du PT de la rivière des Hurons à cette hauteur.

Nous avons aussi tenté d'établir une corrélation entre les précipitations et le débit mesuré le jour de l'échantillonnage. Cette corrélation n'était pas toujours possible pour l'intervalle choisi (précipitations 24 h), car les effets de la pluie sur la quantité et la qualité de l'eau dans les rivières varient selon plusieurs facteurs : la quantité totale de pluie tombée, la localisation de la pluie, l'intensité de précipitations (orage ou pluie faible), le type de couvert de sol, la saturation des sols en eau, les pentes, la saturation des nappes phréatiques, etc. De plus, les précipitations antérieures à l'intervalle des 24 heures retenu pour cette étude ont aussi une influence sur le débit et sur les contaminants qui se retrouvent dans les cours d'eau. Ainsi, l'effet de la pluie à un point d'échantillonnage donné se fait plus ou moins sentir selon le moment de l'échantillonnage.

Finalement, un portrait global des précipitations de l'année 2010 a été dressé à l'aide des données du pluviomètre U027 pour la période de mai à novembre et des précipitations mensuelles enregistrées à l'aéroport Jean-Lesage par Environnement Canada pour la période de novembre à avril de chaque année depuis 2007. Ce portrait global de la pluviométrie a été comparé avec les débits mesurés à la station du CEHQ de la rivière des Hurons (E07). À cette échelle, une corrélation entre les précipitations et les débits a pu être établie. Ce portrait permet de comprendre certaines différences interannuelles observées au niveau de la qualité de l'eau.

2.3 Analyse des données de qualité de l'eau

Afin de déterminer si une contamination a eu lieu dans les rivières étudiées, les données de qualité de l'eau obtenues en 2010 ont été comparées à des critères reconnus pour les rivières du Québec. Les valeurs-seuils des classes de qualité de l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) de l'eau des rivières du Québec (Hébert, 1997) et les critères de qualité des eaux de surface proposés par le MDDEP (MDDEP, 2002) ont été utilisés.

Ces valeurs de référence sont présentées aux Tableaux 1 et 2.

Tableau 1 : Valeurs-seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997).

Classes de qualité IQBP	CF (UFC/100 mL)	PT (µg/L)	MES (mg/L)	Oxygène dissous (%)	pH
Bonne	≤ 200	≤ 30	≤ 6	88 – 124	6,9 – 8,6
Satisfaisante	201 – 1000	31 – 50	7 – 13	80 – 87	6,5 – 6,8
				ou 125 – 130	ou 8,7 – 9,0
Douteuse	1001 – 2000	51 – 100	14 – 24	70 – 79	6,2 – 6,4
				ou 131 – 140	ou 9,1 – 9,3
Mauvaise	2001 – 3500	101 – 200	25 – 41	55 – 69	5,8 – 6,1
				ou 141 – 150	ou 9,4 – 9,6
Très mauvaise	> 3500	> 200	> 41	< 55	< 5,8
				ou > 150	ou > 9,6

Tableau 2 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le MDDEP.

Paramètre	Critère de qualité	Objectif du critère
PT (µg/L)	20	S'applique aux cours d'eau se jetant dans un lac. Vise à limiter la croissance de végétaux dans les lacs.
	30	Vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
CF (UFC/100 mL)	≤ 200	Permet tous les usages récréatifs.
	200 – 1000	Les usages où il y a contact direct avec l'eau sont compromis.
	> 1000	Tous les usages récréatifs sont compromis. Non recommandé pour l'approvisionnement en eau potable d'un système de traitement complet.

Seules les données de PT, de MES et de CF sont présentées dans ce rapport pour en alléger le contenu. Les données d'oxygène dissous, de pH et de conductivité ont aussi été analysées. Néanmoins, les résultats obtenus pour ces paramètres ne seront traités qu'en cas de dépassement important des critères de qualité.

3 Événements répertoriés en 2010 et ayant un impact sur les écosystèmes aquatiques

Des événements pouvant avoir des impacts sur la qualité de l'eau et sur les écosystèmes aquatiques en général ont été répertoriés dans le haut-bassin de la rivière Saint-Charles. Cette liste n'est pas exhaustive, elle résume plutôt les événements connus par l'APEL. Les événements sont localisés à la Figure 3.

1. Travaux de prolongement de l'autoroute 73 : en 2010, des travaux sur l'autoroute 73 ont eu lieu entre les kilomètres 63 et 85. Malgré des mesures de contrôle de l'érosion mises en place, les chantiers ont pu avoir une incidence sur toutes les stations de la rivière Noire et sur la rivière des Hurons à partir de E10 (représentation très schématique à la Figure 3).
Voir le site Internet du ministère des Transports du Québec (MTQ), ainsi que le document du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) à la page 3 :
 - http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/Librairie/Publications/fr/grands_projets/axe_routier_73175/trace_plan_carte.pdf
 - <http://www.bape.gouv.qc.ca/sections/rapports/publications/bape214.pdf>
2. Le 4 janvier : déversement d'hydrocarbures dans la rivière Noire à la suite du renversement d'un camion-citerne au kilomètre 72 de la route 175.
3. Construction domiciliaire de 36 nouvelles unités d'habitations (rue des Ruisselets, à 2 km du centre de ski de Stoneham).
4. Développement d'un quartier résidentiel de 119 nouvelles unités d'habitations (chemin de la Nyctale et chemin du Balbuzard à Stoneham-et-Tewkesbury).
5. Construction domiciliaire à flanc de montagne (nombre d'unités inconnu) (près de la 1re Av. à Stoneham-et-Tewkesbury).
6. Développement d'un quartier résidentiel près de la rivière Hibou (chemin des Affluents à Stoneham-et-Tewkesbury).
7. Développement d'un quartier résidentiel de 161 unités d'habitations (divers types) (chemin de la Corniche à Stoneham-et-Tewkesbury).
8. Développement d'un quartier résidentiel de 24 unités d'habitations. Bassins de sédimentation en place pendant les travaux (boulevard Pie-XI Nord et rue Hamon dans le secteur Val-Bélair).
9. Développement d'un quartier résidentiel de 8 blocs appartements. Bassins de sédimentation en place pendant les travaux (boulevard Pie-XI Nord dans le secteur Val-Bélair).
10. Développement d'un quartier résidentiel près de la rivière Nelson (nombre d'unités inconnu) (rues Esméralda et d'Érié dans le secteur Val-Bélair).
11. Développement important du quartier industriel de Val-Bélair en 2010.
12. Transfert d'eau de la rivière Jacques-Cartier à la rivière Nelson le 11 février pour diluer une pollution potentielle, et de juillet à septembre pour assurer l'approvisionnement pendant des périodes d'étiage sévère.
13. Travaux de prolongement de la rue Lepire.
14. Détection d'une contamination des sols et de l'eau souterraine par des hydrocarbures près d'une station-service.

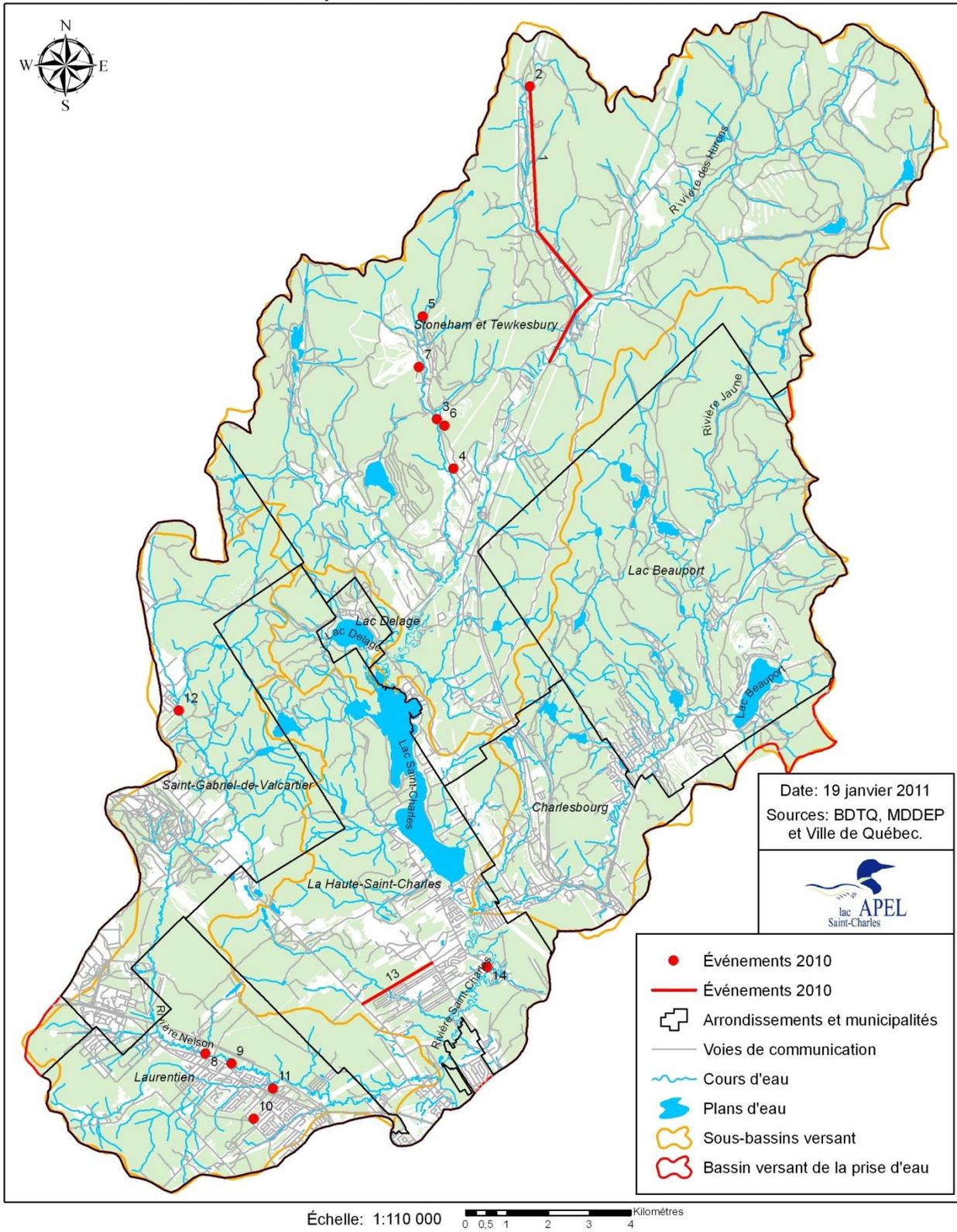


Figure 3 : Localisation des événements répertoriés en 2010 dans le bassin versant de la prise d'eau potable et ayant un impact sur les écosystèmes aquatiques.

4 Régimes de précipitations et de débits 2010

Les précipitations de l'hiver 2009-2010 et du printemps 2010 ont été faibles comparativement aux années précédentes de suivi des rivières (Figure 4). Les précipitations ont été particulièrement faibles en février et en avril 2010 (Figure 4). D'après les observations de terrain, l'accumulation de neige au sol en février 2010 était minimale et pratiquement nulle dès la mi-mars 2010.

L'été 2010 a aussi été très sec. Les mois de mai et de juillet 2010 ont particulièrement connus de faibles précipitations (Figure 5). C'est en septembre 2010 que d'importantes précipitations se sont abattues sur la région alors que les années précédentes, les précipitations les plus importantes avaient normalement lieu en juin et en juillet.

L'effet combiné des faibles accumulations de neige au début de 2010 et de mois très secs au printemps et à l'été a mené à des étiages sévères à l'été 2010. La Figure 6 présente les débits journaliers moyens de la rivière des Hurons mesurés par le CEHQ (E07). On y observe qu'en 2010, il n'y a pas eu de crue en avril due à la fonte des neiges, ni de crues importantes causées par les pluies en juin et en juillet. Conséquemment, le débit de la rivière des Hurons était anormalement bas entre juillet et la mi-septembre 2010. Par contre, une forte crue a eu lieu à la fin de septembre 2010. Selon nos observations de terrain et les mesures de débit instantané aux différentes stations d'échantillonnage, l'évolution du débit de la rivière des Hurons en 2010 représente bien l'hydrologie des autres rivières du bassin versant à l'étude cette année.

Il est à noter qu'à l'été 2010, de faibles débits d'eau ont été transférés du bassin versant de la rivière Jacques-Cartier vers la rivière Nelson à la hauteur de la rue Caroline à Saint-Gabriel-de-Valcartier pour tenter de sécuriser l'approvisionnement. L'effet sur l'étiage n'a cependant pu être confirmé. Les périodes et les quantités d'eau pompées ont été les suivantes (communication J. Deschênes, Ville de Québec) :

- 21 juillet au 4 août 2010 : 0,2 m³/sec à 0,5 m³/sec
- 9 août 2010 : 2 heures à 0,3 m³/sec
- 25 août au 7 septembre 2010 : entre 0,03 et 0,08 m³/sec

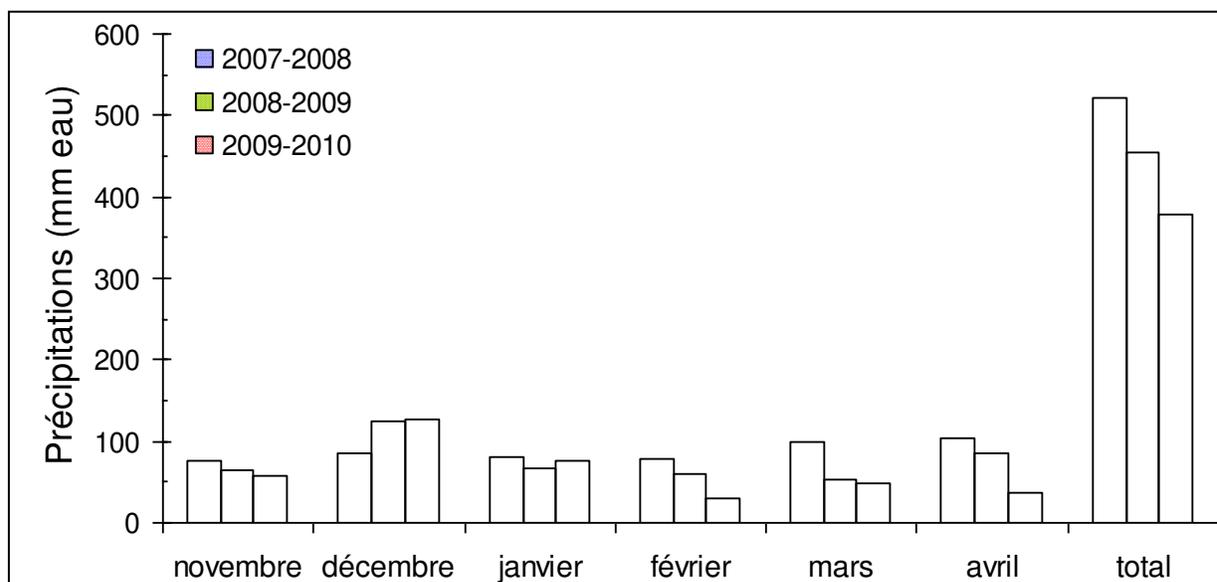


Figure 4 : Précipitations mensuelles lors des mois d'hivers et de printemps 2007-2008, 2008-2009 et 2009-2010. Données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage.

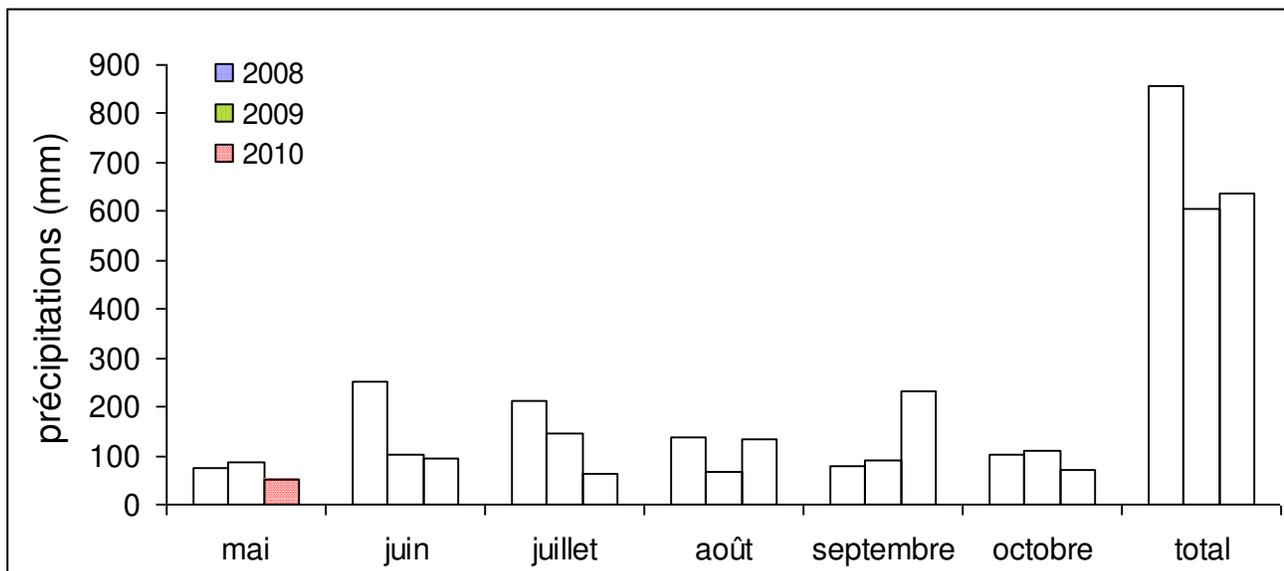


Figure 5 : Précipitations mensuelles enregistrées par le pluviomètre U027 de la Ville de Québec (rue Carbonneau) pendant les périodes de suivi des rivières de 2008, 2009 et 2010.

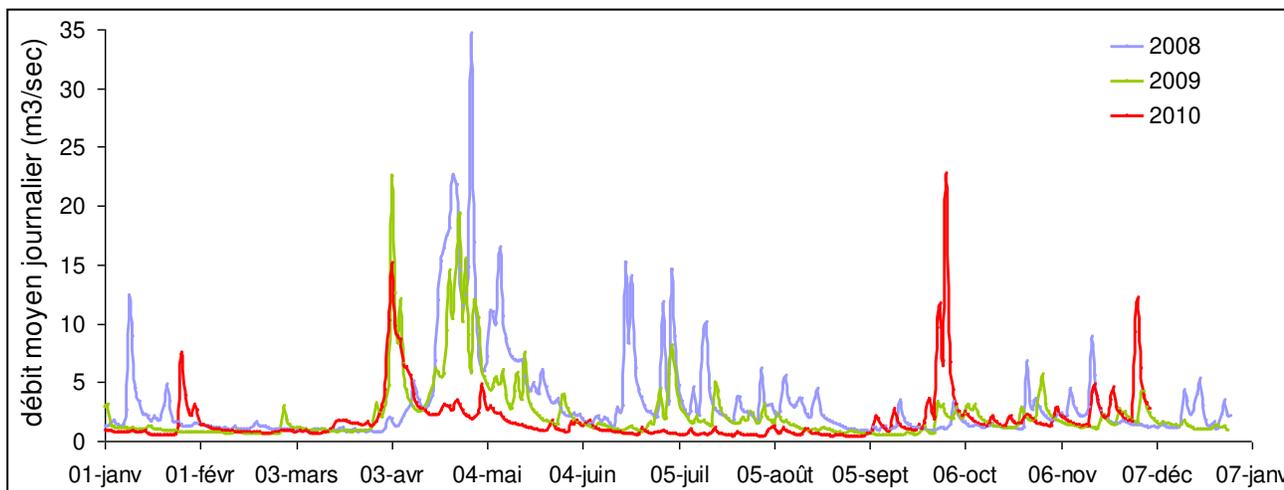


Figure 6 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station débitmétrique située sur la rivière des Hurons en 2008, 2009 et 2010.

5 Analyse des résultats

5.1 Sous-bassin de la rivière des Hurons

5.1.1 Rivière des Hurons

La qualité bactériologique de la rivière des Hurons peut être considérée comme ayant été généralement bonne en 2010, car les médianes de concentrations en CF sont restées sous le critère de qualité de 200 UFC/100 mL (Figure 7). Néanmoins, des dépassements de ce critère ont été constatés à toutes les stations.

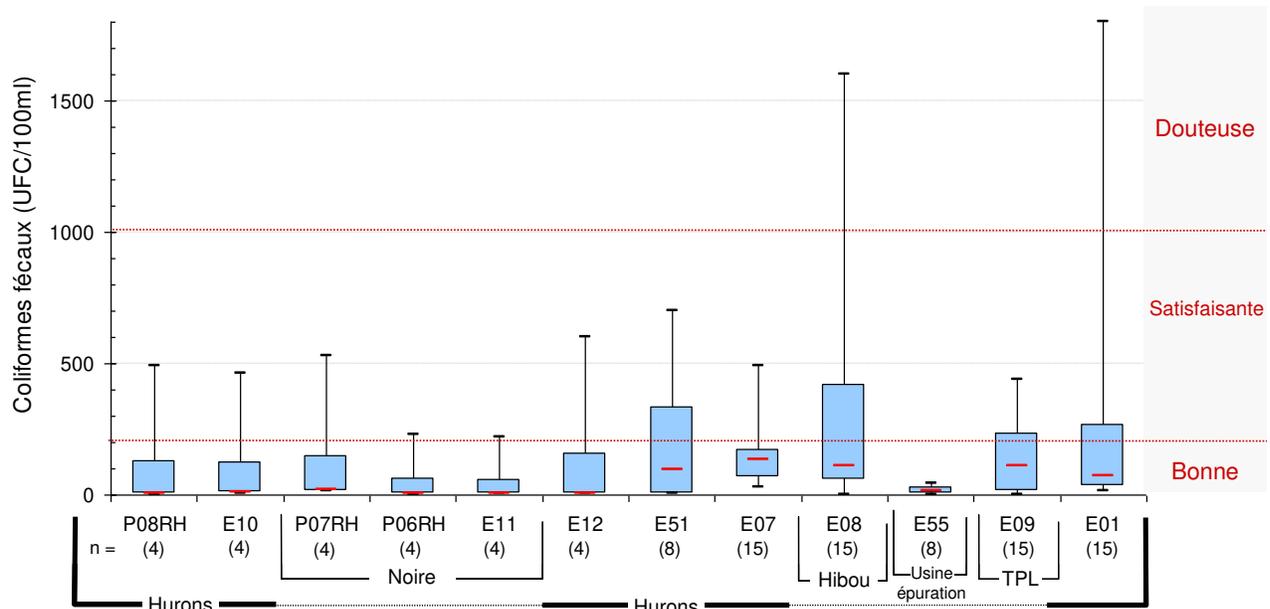


Figure 7 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010 (en ordre de l'amont vers l'aval).

En amont de E51, les dépassements du critère de 200 UFC/100 mL pour la baignade ont été observés uniquement suite à un épisode important de pluie. Néanmoins, il faut se rappeler que ces stations ont été ajoutées en septembre et que la qualité de l'eau en période d'étiage n'a pas pu être évaluée.

Aux stations E51 et E07, de 20 à 40 % des échantillonnages présentaient une concentration en CF dépassant le critère pour le contact direct de 200 UFC/100 mL. Ces dépassements, qui sont tout de même restés sous le seuil de 1000 UFC/100 mL, ont été constatés par temps sec et lors de pluies (Figure 26 en annexe). Une attention particulière devrait être portée aux installations septiques situées près de E51, car au cours de la saison 2010, l'eau de la rivière à cet endroit présentait parfois une couleur grisâtre ou verdâtre et une odeur désagréable.

Les dégradations de la qualité bactériologique de l'eau à la station E01 ont aussi eu lieu en temps sec et lors de pluies. L'étiage sévère semble avoir eu un effet sur la rivière à cet endroit, car les deux concentrations en CF les plus élevées ont été détectées en août (Figure 26 en annexe). Les rivières Hibou (E08) et des Trois-Petits-Lacs (E09) ont pu avoir un impact négatif sur la qualité de l'eau de la rivière des Hurons à la station E01, mais elles ne sont pas la source des concentrations maximales de CF qui y sont observées. Les ruisseaux Leclerc et Plamondon ont probablement aussi eu un effet négatif, car des concentrations élevées en CF y ont été mesurées depuis 2007 (APEL, 2009).

Sauf pour la station E01, les médianes des concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons en 2010 étaient supérieures à 20 µg/L (Figure 8), dépassant ainsi le critère établi pour la protection des lacs contre la prolifération d’algues. Ces résultats suggèrent une dégradation de la qualité de l’eau par rapport aux résultats de 2007 à 2009 (APEL, février 2010).

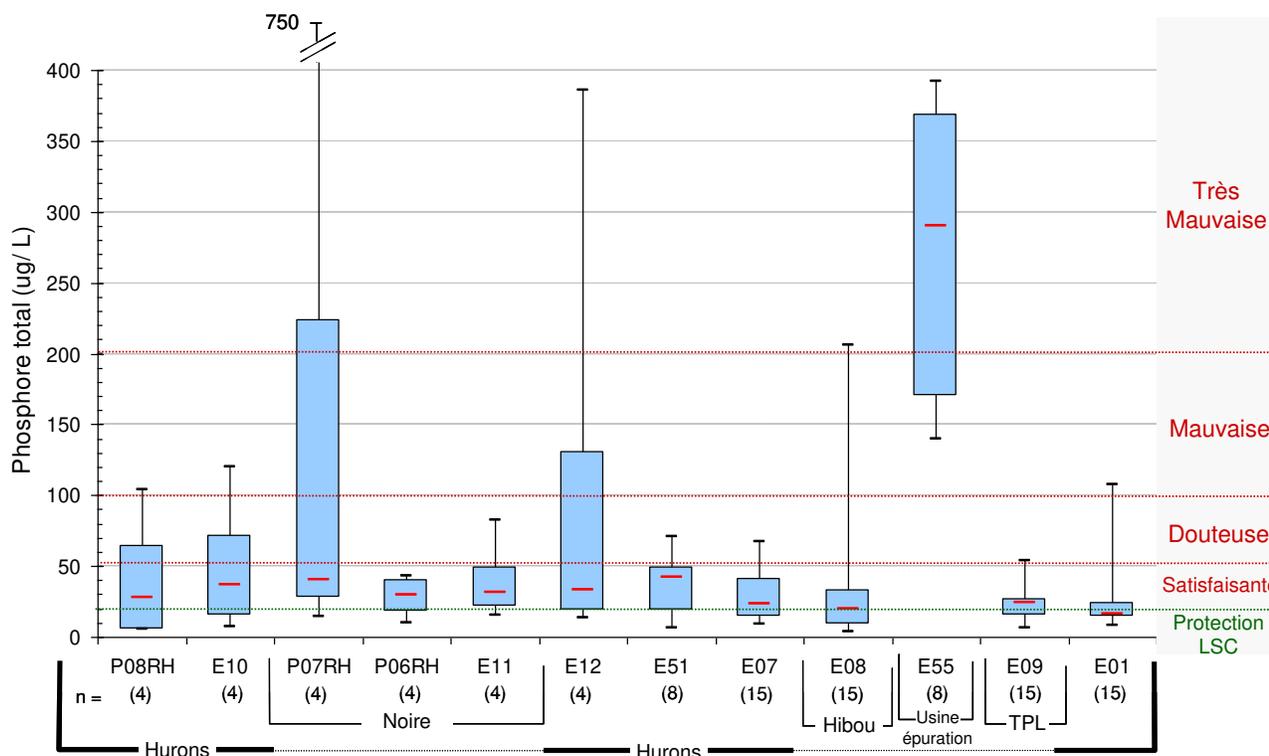


Figure 8 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010.

À la station E01, juste avant le lac, la médiane de concentration de PT était sous le critère de 20 µg/L en 2010. Néanmoins, 40 % des échantillonnages ont dépassé ce critère, et ce, par temps sec et par temps de pluie (Figure 27 en annexe). La valeur extrême de PT de 107 µg/L a été mesurée le 14 septembre en même temps que la valeur maximale de MES (Figure 9) et suite à une pluie importante ayant causé une crue. Des processus érosifs (rives ou sols) qui ont eu lieu entre la station E07 et E01 ont probablement causé cette concentration extrême de PT, car les concentrations de PT des rivières Hibou (E08), des Trois-Petits-Lacs (E09) et des Hurons à la station E07 se situaient près de 50 µg/L ce jour-là.

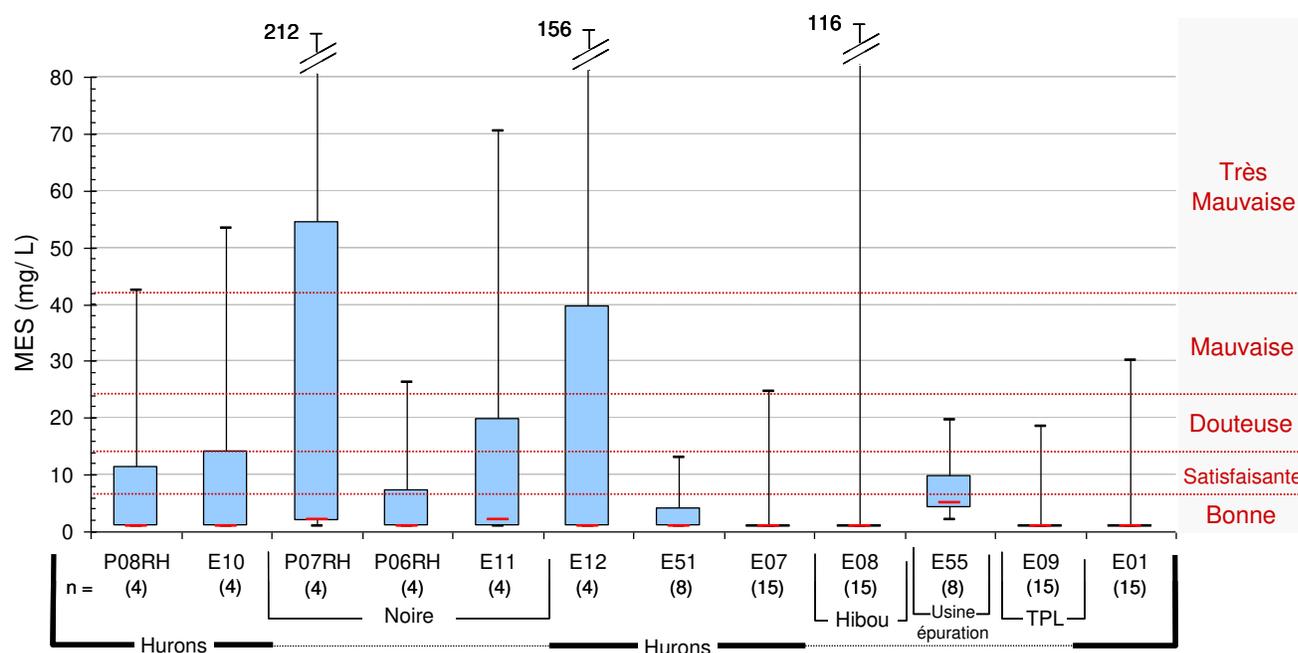


Figure 9 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2010.

Les valeurs très élevées de PT mesurées aux trois stations en amont de E51 (P08RH, E10 et E12) ont coïncidé avec les concentrations extrêmes de MES (Figure 9). La journée d'échantillonnage a été précédée par de fortes précipitations (la crue du 28 septembre). Il est intéressant de constater qu'en amont de la rivière des Hurons, à la station P08RH, les valeurs de PT et de MES obtenues étaient déjà assez élevées. Cette station, P08RH, n'est pas influencée par le chantier de construction de l'autoroute 73, mais reçoit le drainage d'un territoire à pentes fortes où l'on retrouve beaucoup de forêts naturelles, d'agriculture et de coupes forestières. Comme la station E10, qui est directement au cœur du chantier de l'autoroute 73, présentait des concentrations de PT et de MES semblables à celles de P08RH, il semble que les mesures de contrôle de l'érosion mises en place soient efficaces à ce niveau de la rivière des Hurons. Par contre, les résultats extrêmes de PT et de MES mesurés à la station E12 le 28 septembre peuvent indiquer que les mesures de contrôle de l'érosion sur le chantier de l'autoroute à cet endroit ont été inefficaces ou que les rives sujettes à l'érosion au niveau du camping Stoneham ont été affectées par la crue (Figure 28 en annexe).

Les apports importants de PT et de MES de l'amont du bassin versant lors de la pluie du 28 septembre semblent avoir été atténués pendant le trajet de l'eau vers l'aval, car la concentration de PT des stations E07 et E01 ce jour-là était inférieure à 70 $\mu\text{g/L}$ alors qu'elle était de 386 $\mu\text{g/L}$ à la station E12 (Figure 8 Figure 9).

Néanmoins, aux stations E51 et E07, 60 % des échantillons contenaient plus de 20 $\mu\text{g/L}$ de PT et les dépassements ont eu lieu lors de temps sec et de pluie contrairement aux résultats observés en 2009, où les dépassements étaient associés aux débits élevés seulement (Figure 29 en annexe). Ces résultats soutiennent l'hypothèse d'une contamination fécale près de la station E51 (Figure 7). Il serait à vérifier si des piscicultures en amont de cette station ont une influence sur la qualité de l'eau à cet endroit.

La station E07 est associée à une station hydrométrique qui mesure le débit en continu. À cette station, il a été possible de calculer une moyenne de la charge annuelle en PT transporté par la rivière des Hurons (Tableau 3). De manière générale, les apports moyens en PT dans la rivière des Hurons semblent avoir augmenté en 2010 comparativement aux années précédentes.

Tableau 3 : Calcul de la charge en phosphore total pour la station E07 située sur la rivière des Hurons.

Année	PT moyen (ug/L)	Débit moyen (L)	Charge totale moyenne (mg/s)	Charge totale annuelle (kg/an)
2007-2008	12,2	3668	44,92	1418
2009	22,0	1690	37,18	1173
2010	30,0	2747	82,40	2600

Note : La méthode d'analyse du PT en laboratoire de 2007 à 2009 est dite « usuelle », et celle du « phosphore trace » est utilisée depuis 2010.

5.1.2 Rivière Noire

Malgré le faible nombre d'échantillons, il semble que la concentration en CF de la rivière Noire soit restée assez bas en 2010 (Figure 7). Le dépassement du seuil de 200 UFC/100 mL aux stations P07RH, P06RH et E11 a été constaté pendant une forte pluie.

La concentration de PT était égale ou supérieure à 20 µg/L lors de trois échantillonnages sur quatre à toutes les stations de la rivière Noire (Figure 8). Ces dépassements ont eu lieu indépendamment du régime de précipitations. Par contre, les valeurs extrêmes de PT ont été obtenues le 28 septembre pendant un événement de pluie important. Ces valeurs maximales de PT ont coïncidé avec les valeurs extrêmes de MES (Figure 9). Ces résultats laissent croire que d'importants phénomènes érosifs ont eu lieu en amont de la station P07RH le 28 septembre. Les trois stations de la rivière Noire peuvent être potentiellement affectées par le chantier de construction de l'autoroute 73. Il est possible que certaines mesures de contrôle de l'érosion utilisées n'aient pas été efficaces pendant cet événement de pluie, et ce, surtout près de P07RH.

5.1.3 Rivière Hibou

La médiane des concentrations de CF mesurées dans la rivière Hibou (E08) en 2010 se situe sous le critère de 200 UFC/100 mL. Néanmoins, 40 % des échantillons présentaient une concentration de CF dépassant les 200 UFC/100 mL. Ces dépassements ont eu lieu par temps sec et suite à des événements de pluie. Le résultat le plus élevé, 1600 UFC/100 mL, a été obtenu par temps sec en mai (Figure 26 en annexe). La qualité bactériologique de cette rivière semble se dégrader depuis 2008 (APEL, février 2010) et une attention particulière serait requise.

Dans la rivière Hibou (E08), près de 50 % des échantillons présentaient un taux de PT dépassant le critère de qualité de 20 µg/L en 2010 (Figure 8). Les dépassements du critère ont eu lieu par temps sec et par temps de pluie et les concentrations retrouvées ne dépassaient généralement pas 50 µg/L. Les concentrations extrêmes de 206 µg/L de PT et de 116 mg/L de MES proviennent d'un échantillonnage en temps de pluies importantes (le 28 septembre). Ces concentrations extrêmes peuvent probablement s'expliquer par l'érosion survenue sur les chantiers de construction en amont, puisque plus de 300 unités d'habitations sont en cours de construction dans le bassin de drainage de la rivière Hibou (voir Section 3). Bien que la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury ait établi des mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers de construction, leur efficacité demeure limitée pour les chantiers en montagne. Des phénomènes d'érosion des rives peuvent aussi être à l'origine de ces fortes concentrations de MES et de PT, puisque le débit maximal de la rivière Hibou a été mesuré le 28 septembre.

5.1.4 Rivière des Trois-Petits-Lacs

En 2010, la médiane des concentrations de CF mesurées dans le ruisseau (E09) se situe sous le critère de 200 UFC/100 mL. Les dépassements du critère de 200 UFC/100 mL ont eu lieu lors de

quatre échantillonnages successifs effectués au plus fort de l'étiage estival, en temps sec et de pluie (Figure 26 en annexe).

Près de 50 % des échantillons prélevés en 2010 dans la rivière des Trois-Petits-Lacs présentaient une concentration en PT dépassant le critère de qualité de 20 µg/L (Figure 8). Ces dépassements ont eu lieu par temps sec et de pluie, mais les valeurs obtenues par temps sec demeuraient sous les 30 µg/L. La pluie, et plus particulièrement les crues de septembre, semble être la cause principale des concentrations les plus élevées de PT et de MES. Des travaux routiers dans ce secteur peuvent également expliquer ces valeurs (Figure 31 en annexe).

5.1.5 Usine d'épuration des eaux usées de Stoneham

L'usine d'épuration des eaux usées de Stoneham (E 55) est un système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique. L'usine respecte les normes actuelles sur les rejets de PT, de MES et de CF pour ce genre d'installation (Figure 7, Figure 8 et Figure 9). Les concentrations de PT rejetées sont restées inférieures à 400 µg/L. Cela est élevé par rapport au milieu naturel, mais ces résultats sont bien inférieurs à la norme de 1 mg/L actuellement en vigueur. Ces résultats s'approchent de la recommandation du MDDEP visant à réduire les rejets de PT de cette usine à une concentration inférieure à 300 µg/L.

5.2 Sous-bassin de la décharge du lac Delage

5.2.1 Décharge du lac Delage

Il n'y a pas eu de véritable inversion de débit vers le lac Delage lors des échantillonnages de 2010. Par contre, le 25 mai, le débit était presque nul à la station E02 et le sens du faible courant alternait toutes les minutes.

La concentration en CF de la décharge (E02) est généralement restée sous le critère de qualité de 200 UFC/100 mL lors des échantillonnages de 2010 (Figure 10). Il y a eu un seul dépassement de ce seuil en aval (E50) lors d'un échantillonnage par temps de pluie (Figure 32 en annexe).

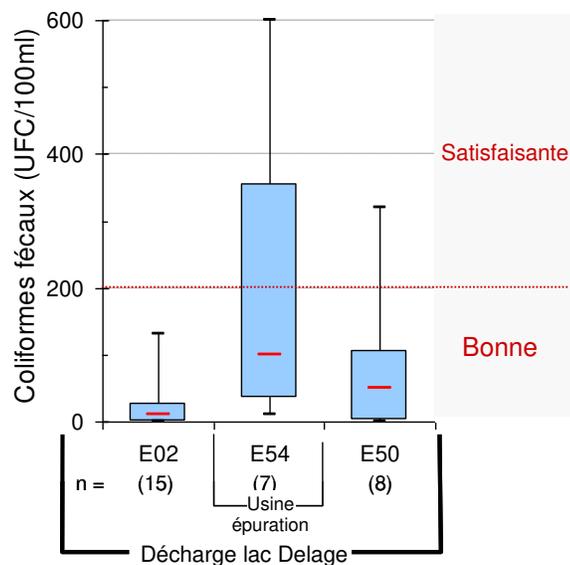


Figure 10 : Concentrations de CF mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.

La médiane des concentrations de PT mesurées en aval de la décharge du lac Delage était supérieure au critère de 20 µg/L visant la protection du lac Saint-Charles (Figure 11). L'enrichissement en PT perçu de l'amont (E02) vers l'aval (E50) semble donc être plus important en 2010 que lors des précédents suivis annuels. Cet enrichissement est attribuable au rejet de l'usine d'épuration de la ville de Lac-Delage et a probablement été amplifié par le faible débit de la décharge lors de l'été.

Par ailleurs, il nous est impossible d'expliquer la concentration anormalement élevée de PT (107 µg/L) retrouvée à la station E02 le 13 octobre, car aucune précipitation n'a été enregistrée dans les 24 heures précédentes et la concentration de MES était très faible. Malgré les précautions prises, il est possible qu'il y ait eu contamination lors du prélèvement de l'échantillon.

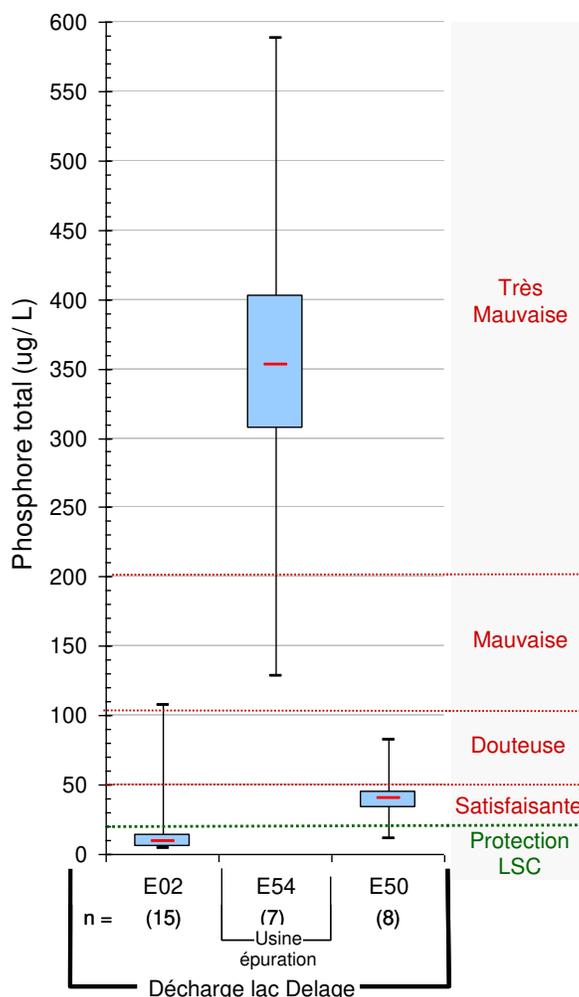


Figure 11 : Concentrations de PT mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.

Les concentrations de MES sont restées basses dans la décharge en 2010, autant en amont (E02) qu'en aval (E50) (Figure 12). Les MES ne semblent donc pas responsables des augmentations de concentrations en PT.

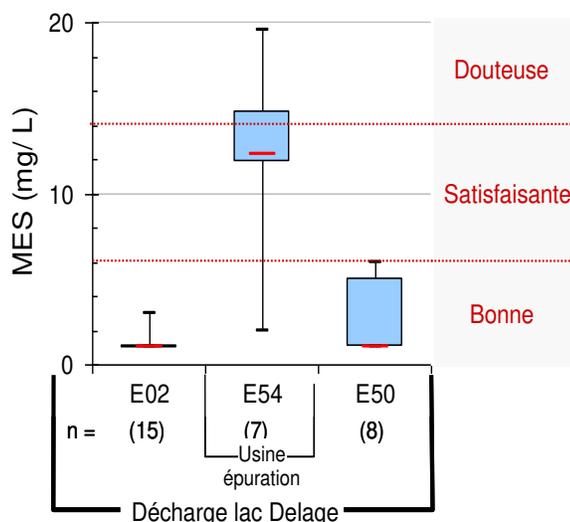


Figure 12 : Concentrations de MES mesurées à la décharge du lac Delage en 2010.

5.2.2 Usine d'épuration des eaux usées de Lac-Delage

L'usine d'épuration des eaux usées de Lac-Delage est un système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique.

40 % des échantillons recueillis en 2010 présentaient une concentration en CF supérieure à 200 UFC/100 mL (Figure 10). En 2008 et 2009, tous les prélèvements effectués avaient révélé des résultats inférieurs à 200 UFC/100 mL (APEL, février 2010). Il serait à vérifier si des étangs sont en train de déborder ou s'il y a eu des changements dans l'entretien de la station d'épuration.

Cette installation a respecté la norme actuelle sur les rejets de PT. Les concentrations de PT rejeté sont restées inférieures à 600 µg/L. Cela est élevé par rapport au milieu naturel, mais ces résultats sont inférieurs à la norme de 1 mg/L actuellement en vigueur. De plus, 25 % des résultats respectent la recommandation du MDDEP visant à réduire les rejets de PT de cette usine à une concentration inférieure à 300 µg/L.

5.3 Sous-bassin de la rivière Jaune

5.3.1 Rivière Jaune

Les concentrations en CF retrouvées en 2010 dans la rivière Jaune (Figure 13) indiquent une dégradation importante de la qualité bactériologique de la rivière lors de son passage dans les quartiers résidentiels de Lac-Beauport et de Québec, notamment entre les stations E58 et E03.

À la station la plus en amont (E58), la médiane était légèrement inférieure au critère de 200 UFC/100 mL (Figure 13). Les dépassements les plus importants ont eu lieu par temps de pluie, alors que les dépassements par temps sec étaient rares. Les concentrations en CF sont donc généralement acceptables à cette station située dans une zone résidentielle de Lac-Beauport.

Par contre, aux stations E03 et E28, la qualité bactériologique est beaucoup moins acceptable. En effet, la médiane des concentrations en CF mesurées en 2010 à ces stations était supérieure au critère de 200 UFC/100 mL permettant des contacts directs avec l'eau. Les résultats étaient supérieurs à 1000 UFC/100 mL lors de 26 % et 37 % des échantillonnages aux stations E03 et E28,

respectivement (Figure 13). Aux deux stations, les dépassements des critères de 200 et 1000 UFC/100 mL ont eu lieu autant en temps sec qu'en temps de pluie (Figure 33 en annexe). Néanmoins, alors que les dépassements se sont répartis dans l'ensemble de la période de suivi à la station E28, une tendance très nette a été observée à la station E03. À cet endroit, les concentrations maximales de CF (> 2000 UFC/100 mL) ont été mesurées lors de quatre prélèvements successifs de la fin juillet au début septembre. Ainsi, la qualité de l'eau est passée de satisfaisante à mauvaise lors de la période d'étiage. Cela peut indiquer qu'une nappe phréatique contaminée alimente la rivière à cet endroit (Figure 34 en annexe). Cela est plausible puisqu'il est reconnu que les installations septiques de 441 lots du quartier du Mont-Cervin à Lac-Beauport sont en fin de vie et situées sur des terrains inappropriés. La Municipalité de Lac-Beauport envisage actuellement de relier ces habitations à un réseau d'égouts. Afin de mieux cerner les causes de cette contamination, il serait important de réaliser une enquête plus approfondie dans ce secteur.

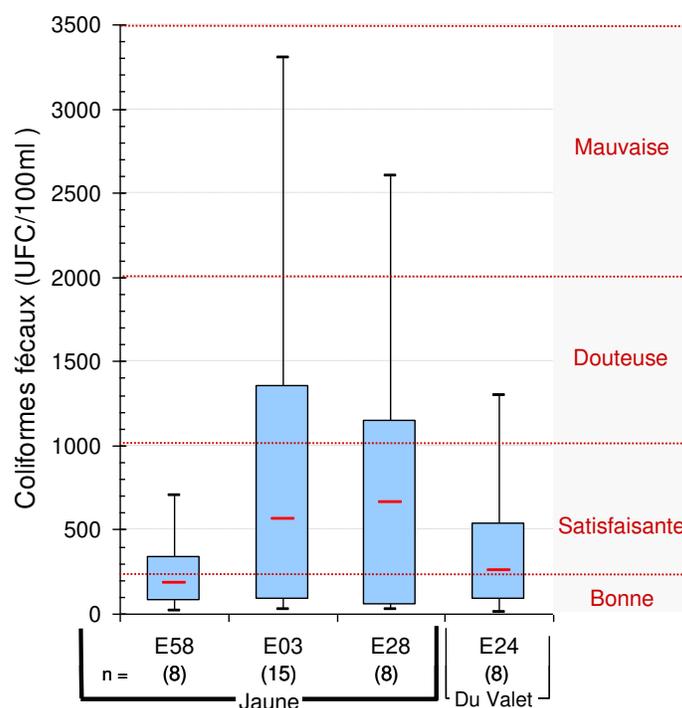


Figure 13 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010.

Les concentrations de PT et de MES mesurées en 2010 dans la rivière Jaune étaient généralement basses (Figures 14 et 15). Les dépassements du critère de qualité de 30 µg/L de PT et du seuil de 6 mg/L de MES ont tous eu lieu en temps de pluie à cause du lessivage des sols. Lors des échantillonnages en temps de pluie, les concentrations de PT et de MES augmentaient de l'amont vers l'aval (de E58 vers E28).

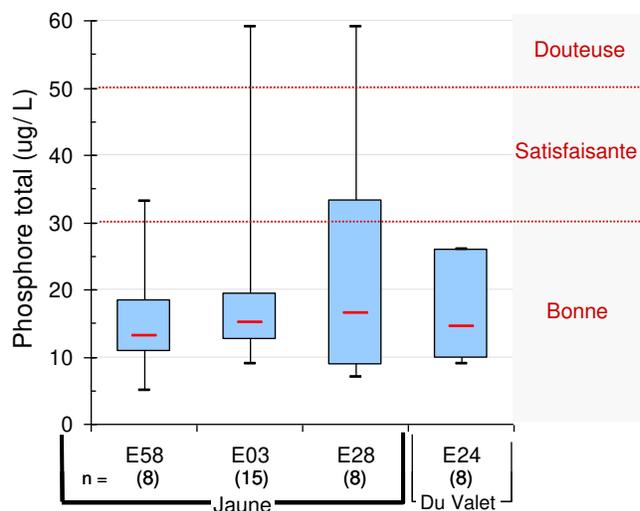


Figure 14 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010.

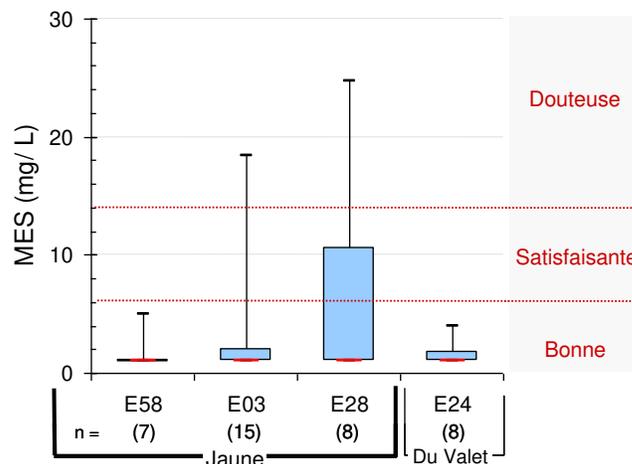


Figure 15 : Concentration de MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2010.

5.3.2 Ruisseau du Valet

La médiane des concentrations de CF était légèrement supérieure à 200 UFC/100 mL dans le ruisseau du Valet en 2010 (E24) (Figure 13). Les dépassements ont eu lieu par temps secs et de pluie. Il semble que la qualité bactériologique de ce ruisseau se soit dégradée par rapport aux suivis des années précédentes (APEL, février 2010).

Les concentrations de PT et de MES mesurées en 2010 étaient toutes inférieures au critère de qualité de 30 µg/L de PT et au seuil de 6 mg/L de MES (Figures 14 et 15), et ce, même en temps de pluie.

5.4 Sous-bassin de la rivière Nelson

5.4.1 Rivière Nelson

En 2010, la concentration maximale de CF à la station E57 et les médianes supérieures à 200 UFC/100 mL obtenues pour les stations E35 et E06 suggèrent que la rivière Nelson a subi des contaminations fécales importantes sur toute la longueur étudiée (Figure 16).

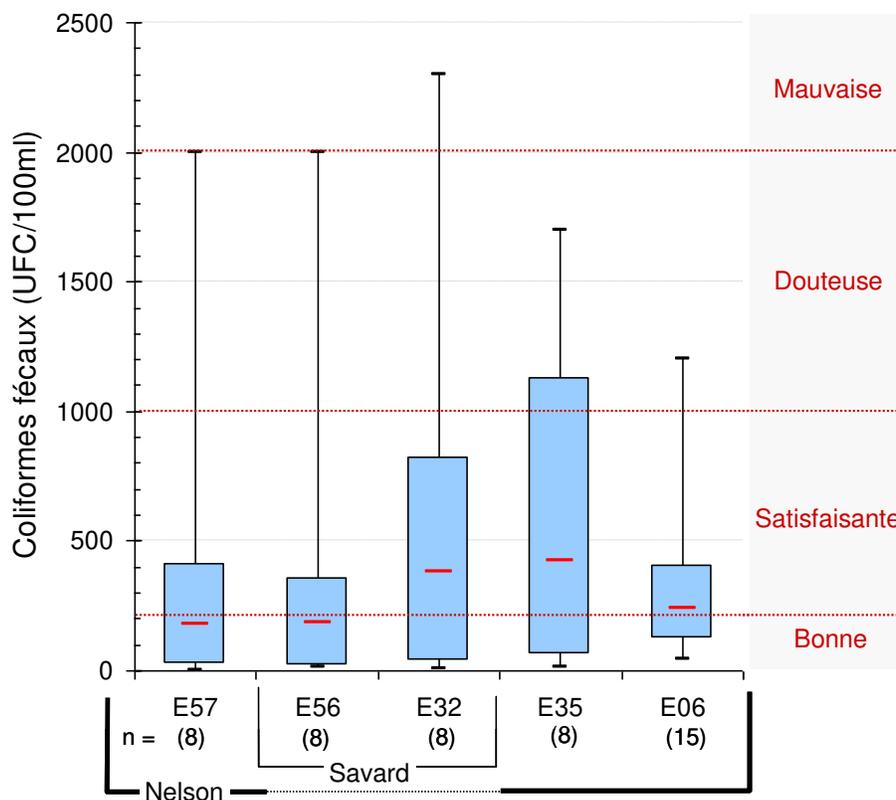


Figure 16 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010.

En amont du quartier de Val-Bélair, à la station E57, des concentrations en CF supérieures au critère de 200 UFC/100 mL ont été mesurées lors de 50 % des échantillonnages. Ces dépassements ont eu lieu autant en temps de pluie que par temps sec (Figure 35 en annexe). Par contre, la seule valeur dépassant 1000 UFC/100 mL a été mesurée en août lors d'un prélèvement en temps de pluie. La qualité bactériologique semble se dégrader à cette station depuis 2008 (APEL, février 2010).

Les dépassements du critère de 200 UFC/100 mL mesurés aux stations E35 et E06 ont eu lieu en temps sec et de pluie, alors que les valeurs supérieures à 1000 UFC/100 mL ont toutes été obtenues lors des échantillonnages en temps de pluie (Figure 35 et 36 en annexe). Ces résultats sont similaires à ceux obtenus lors des suivis des années précédentes (APEL, février 2010) et indiquent qu'une pollution fécale a encore eu lieu dans le quartier de Val-Bélair en 2010. L'épisode de pollution fécale important du 16 août observé à la station E35 (1700 UFC/100 mL) peut être attribuable à des phénomènes qui ont cours en amont du quartier puisque la concentration à la station E57 était alors de 2000 UFC/100 mL.

Les médianes des concentrations de PT mesurées en 2010 aux stations de la rivière Nelson étaient inférieures au critère de 30 µg/L (Figure 17). Néanmoins, des dépassements ont eu lieu en temps sec et de pluie à toutes les stations. Les concentrations maximales de PT ont été observées en temps de pluie (Figure 38 en annexe). Contrairement à 2009, en 2010 les concentrations en PT supérieures au critère de 30 µg/L ont eu lieu plus souvent lors d'un faible débit qu'en 2009 à la station E06 (Figure 37 en annexe).

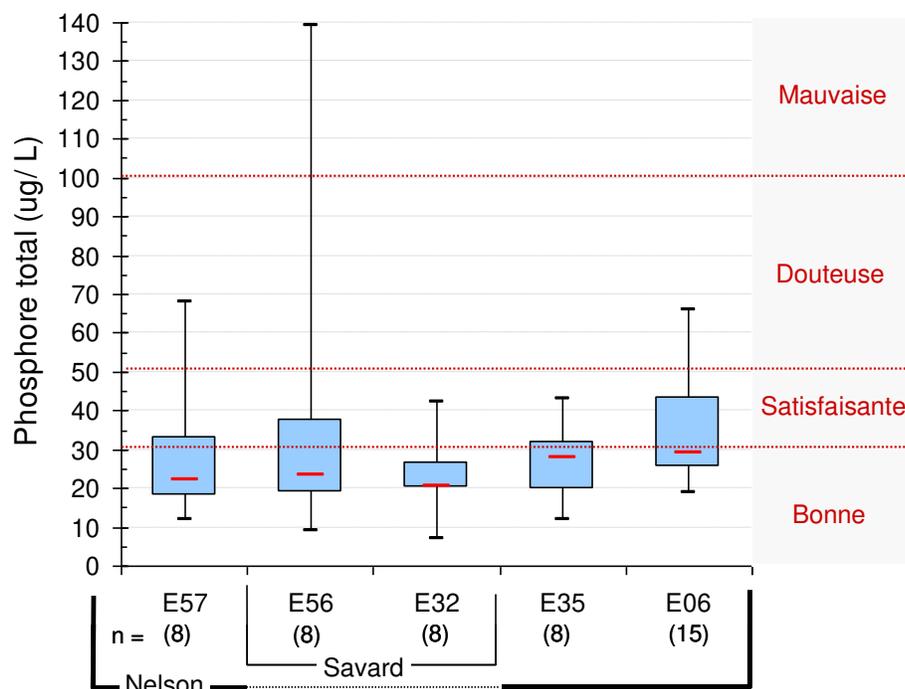


Figure 17 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010.

Les concentrations de MES étaient généralement basses dans la rivière Nelson en 2010 (Figure 18). Les valeurs supérieures à 6 mg/L ont été mesurées en temps de pluie uniquement (Figure 39 en annexe).

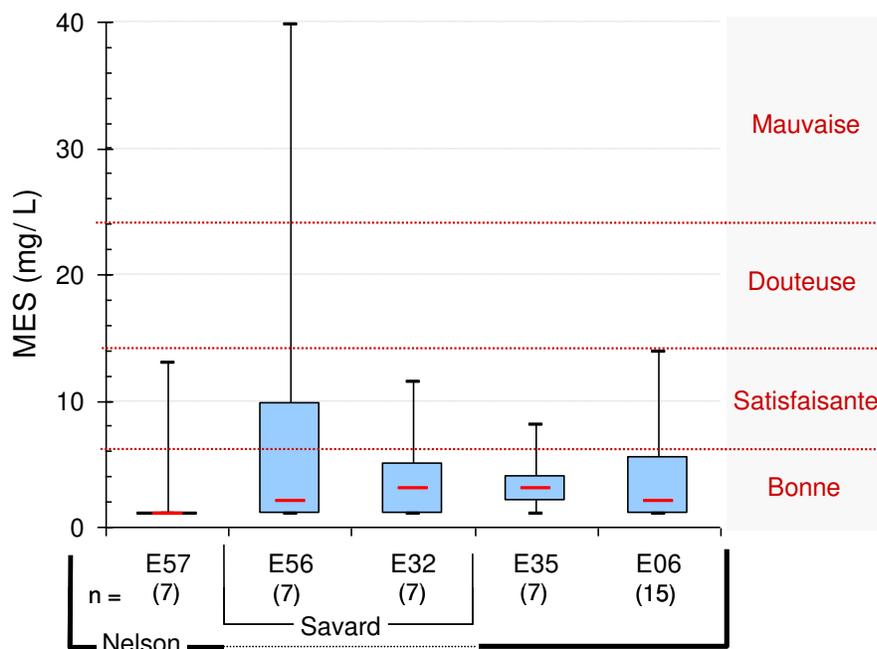


Figure 18 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Nelson et un de ses affluents en 2010.

5.4.2 Ruisseau Savard

Une contamination fécale importante a encore été détectée dans le ruisseau Savard en 2010. Aux stations E56 et E32, de 50 % à 60 % des concentrations de CF mesurées en 2010 étaient supérieures au critère de qualité de 200 UFC/100 mL (Figure 16). En amont (station E56), les dépassements sont surtout attribuables à la pluie. En aval (station E32), les dépassements ont eu lieu par temps de pluie et par temps sec (Figure 35 en annexe).

En 2010, les valeurs de PT et de MES mesurées dans le ruisseau Savard par temps sec étaient toutes inférieures au critère de 30 µg/L et au seuil de 6 mg/L (Figures 17 et 18). Les dépassements ont eu lieu exclusivement en temps de pluie. Les concentrations de PT et de MES en temps de pluie à la station E56 étaient très élevées et suggèrent que des phénomènes érosifs importants ont lieu en amont (Figure 38 et Figure 39 en annexe). La même tendance était observable en 2009.

5.5 Petits affluents du lac Saint-Charles¹

5.5.1 Ruisseau Talbot

En 2010, la qualité de l'eau de ce petit affluent du lac Saint-Charles (E21), dont le bassin versant est peu peuplé et recouvert principalement de forêt, était bonne. Les concentrations de CF, de PT et de MES mesurées étaient presque toutes sous les critères et les seuils définissant la catégorie « bonne » de l'IQBP (Figures 19 à 21). Un seul échantillonnage par temps de pluie a présenté une concentration en CF dépassant légèrement le critère de 200 UFC/100 mL. Le critère pour le PT a également été dépassé légèrement qu'une seule fois, par temps de pluie, avec un échantillon d'une concentration de 27 µg/L.

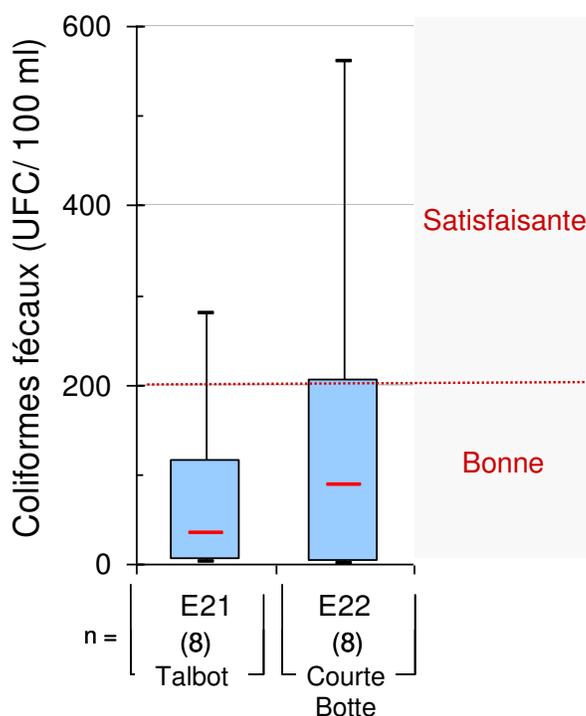


Figure 19 : Concentrations de CF mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010.

¹ Les stations E21 et E22 réfèrent aux stations AA et K, respectivement, dans l'Étude limnologique du haut bassin de la rivière Saint-Charles, section 7 (APEL, 2009).

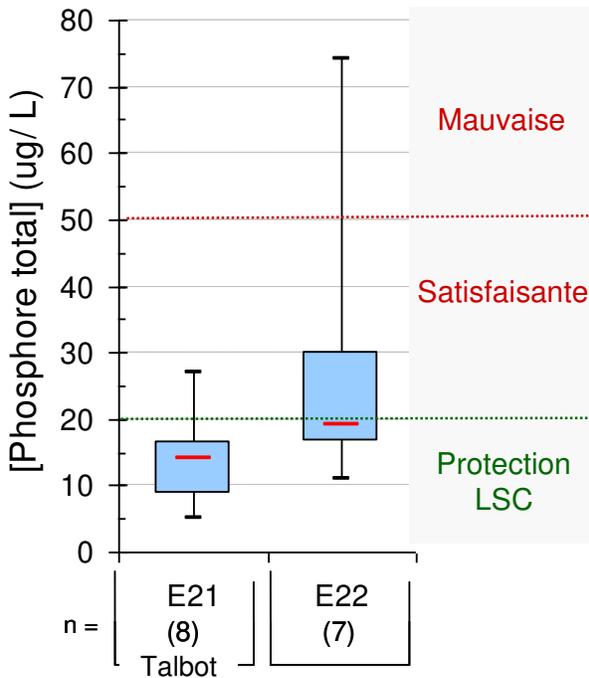


Figure 20 : Concentrations de PT mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010.

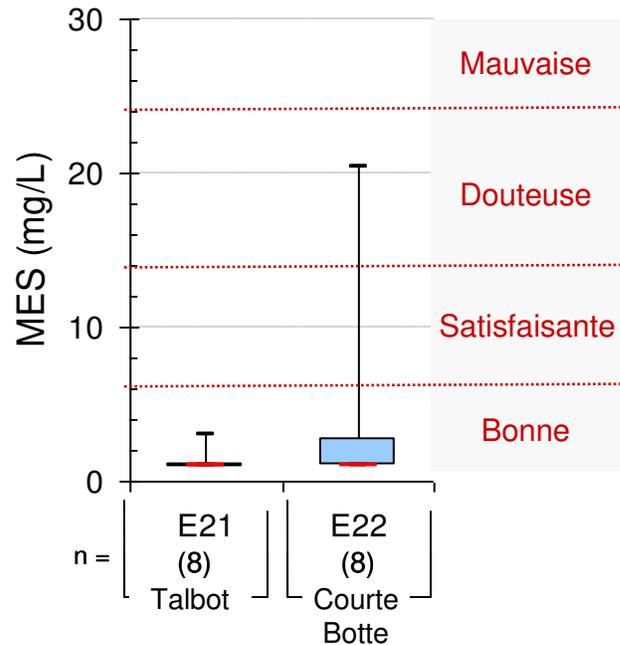


Figure 21 : Concentrations de MES mesurées dans de petits affluents du lac Saint-Charles en 2010.

5.5.2 Ruisseau Courte-Boite

Les concentrations de CF mesurées en 2010 dans le ruisseau Courte-Boite (E22) étaient généralement bonnes, mais 25 % des résultats ont dépassé le critère de 200 UFC/100 mL (Figure 19). Ces dépassements ont eu lieu par temps de pluie et par temps sec. La valeur maximale de 560 UFC/100 mL a été mesurée le 20 juin par temps sec. Lors de cet échantillonnage, l'eau avait une couleur grisâtre et des morceaux de papier hygiénique étaient visibles. La Ville de Québec a confirmé qu'une conduite d'égout sanitaire traversant le ruisseau environ 100 m en amont de la station d'échantillonnage était percée. La conduite a été réparée au début du mois de juillet et les échantillonnages suivants ont présenté des concentrations plus acceptables.

Les concentrations de PT et de MES ont aussi été maximales le 20 juin, alors que la conduite d'égout sanitaire était percée (Figures 20 et 21). La médiane pour chacun de ces paramètres était aussi plus élevée que celles du ruisseau Talbot. Cela s'explique probablement par l'urbanisation plus importante du bassin versant du ruisseau Courte-Boite. Comme la médiane des concentrations en PT retrouvées dans ce ruisseau se déversant directement dans le lac Saint-Charles est égale au critère de 20 µg/L, des mesures visant à réduire les apports de PT devraient être mises en place dans son bassin versant.

5.6 Rivière Saint-Charles

5.6.1 Rivière Saint-Charles

En 2009, une dégradation de la qualité bactériologique a encore été observée dans la rivière Saint-Charles de l'amont (E04) vers l'aval (E29, E31 et E05) pendant son trajet dans les secteurs urbanisés vers la prise d'eau potable (Figure 23).

Les concentrations de CF mesurées en 2010 à la station E05, à 1 km en amont de la prise d'eau, étaient acceptables puisque la médiane était bien inférieure à 200 UFC/100 mL et qu'il n'y a pas eu de dépassement du critère de 1000 UFC/100 mL. La qualité bactériologique à cette station a eu tendance à s'améliorer chaque année depuis le suivi de 2007. Les concentrations de CF supérieures à 200 UFC/100 mL ont eu lieu uniquement en temps de pluie. Or, des travaux de correction de branchements croisés ont eu lieu dans ce secteur. Aussi, le collecteur de la Garde a été réparé, ce qui a eu comme résultat une réduction des rejets (communication J. Deschênes, Ville de Québec). Conséquemment, ces travaux ont contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau dans ce secteur.

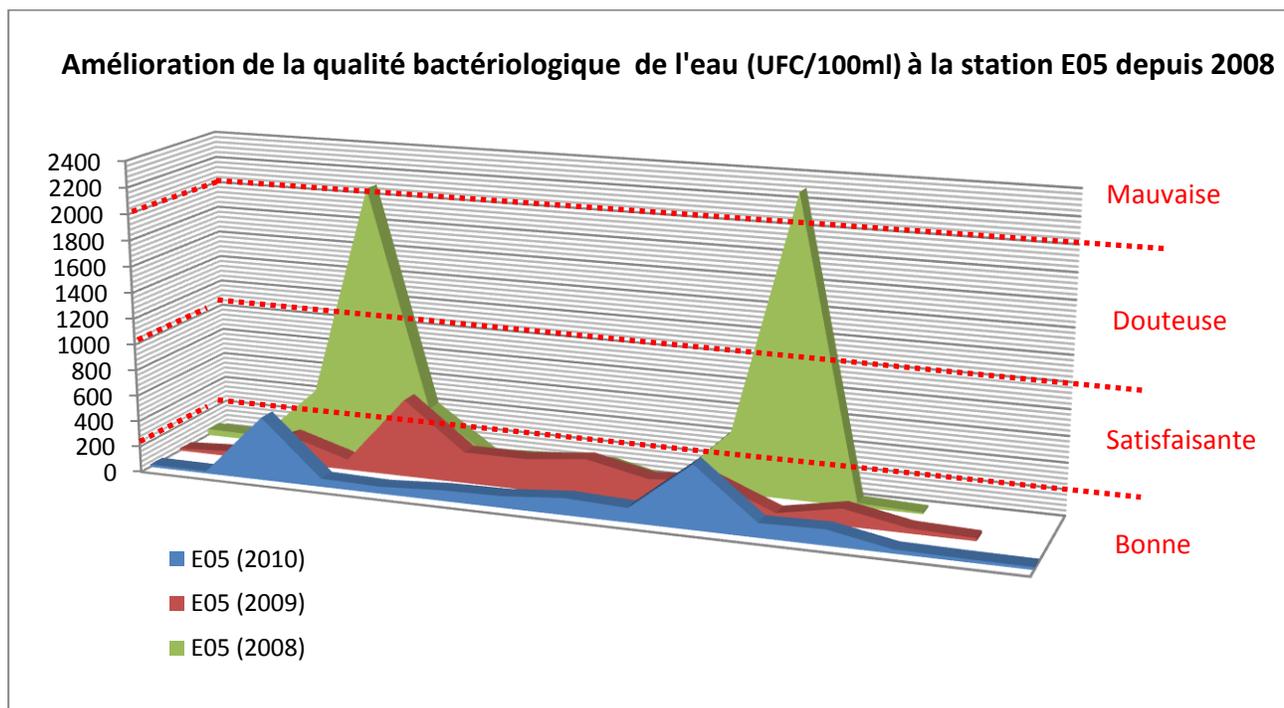


Figure 22: Concentrations de CF (UFC/100ml) à la station E05 sur la rivière Saint-Charles

Par contre, les contaminations fécales sont plus sérieuses aux stations E29 et E31 (Figure 23). La station E29 subit les contaminations fécales de la rivière Jaune. Aussi, d'autres sources de pollution semblent présentes dans la rivière Saint-Charles à cette hauteur (E29), car les variations de concentrations en CF aux stations E28 et E29 ne coïncidaient pas toujours. La contamination fécale est plus ou moins continue à la station E29, car, bien que les concentrations maximales aient été mesurées en temps de pluie, des dépassements du critère de 200 UFC/100 mL ont aussi eu lieu par temps sec (Figure 40 en annexe). La contamination fécale observée à la station E31 semble moins constante puisqu'il n'y a eu qu'une valeur dépassant le critère de 200 UFC/100 mL, et ce, en temps de pluie. La concentration de CF a été maximale, à 2400 UFC/100 mL, le 26 mai. En amont de cette station se trouvent plusieurs ouvrages de surverse et la journée d'échantillonnage a été précédée d'un orage. La valeur des précipitations des 24 heures précédant l'échantillonnage était de 22,8 mm. Il est donc possible qu'il y ait eu des événements de surverse (communication J. Deschênes, Ville de Québec).

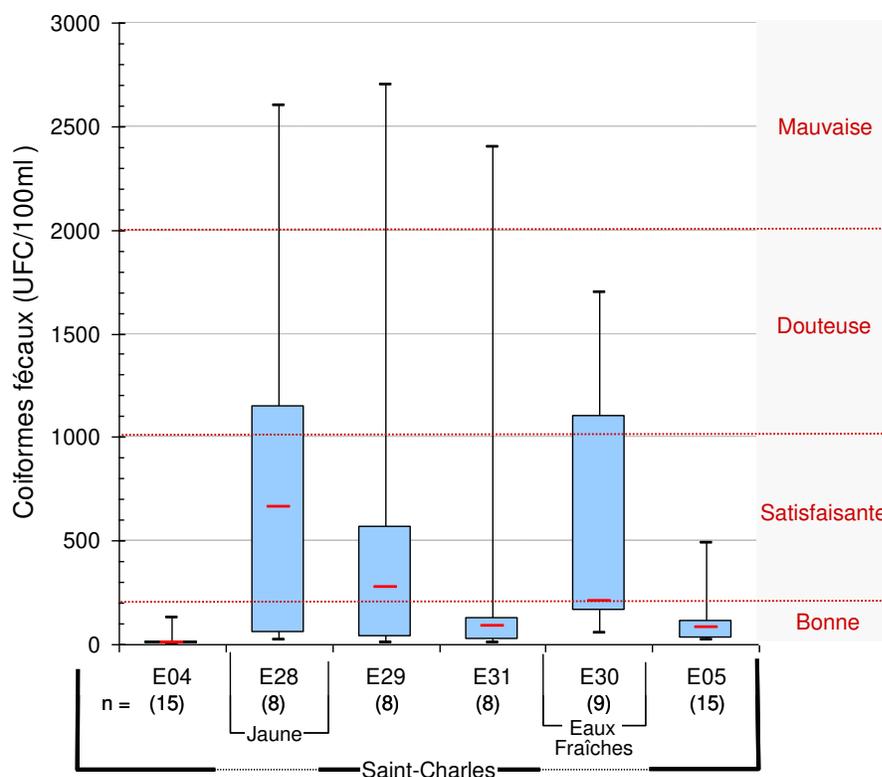


Figure 23 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010.

Dans la rivière Saint-Charles, les concentrations de PT et de MES étaient généralement basses en 2010 (Figure 24Figure 25). Les concentrations de PT et de MES supérieures au critère de 30 µg/L et au seuil de 6 mg/L ont eu lieu uniquement en temps de pluie aux stations E29 et E31, alors que les dépassements pour le PT à la station E05 ont eu lieu indépendamment du régime de précipitations (Figure 41et Figure 42 en annexe).

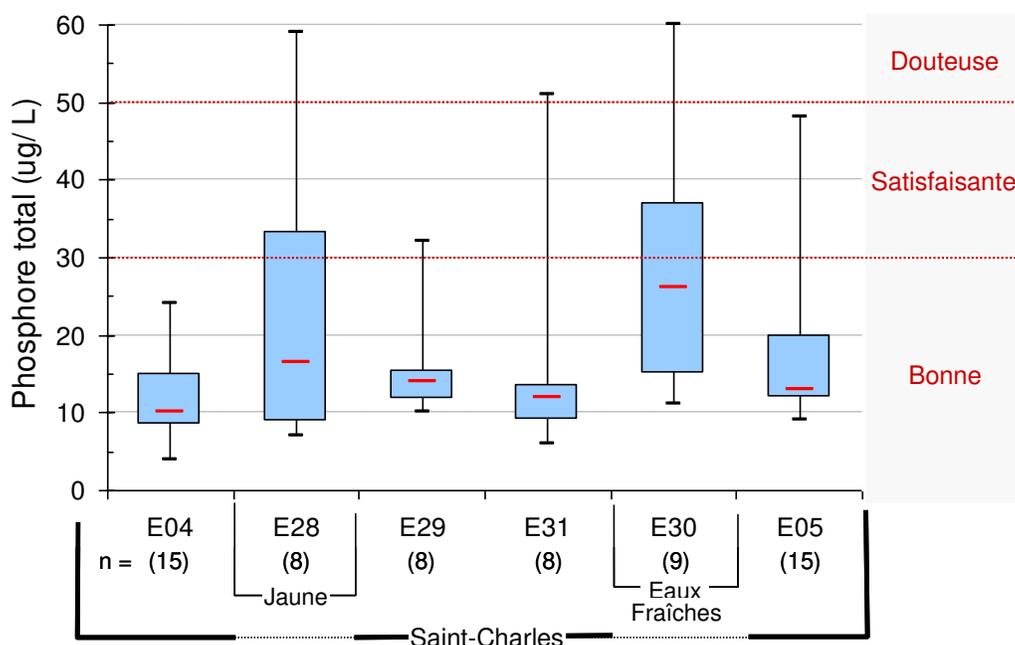


Figure 24 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010.

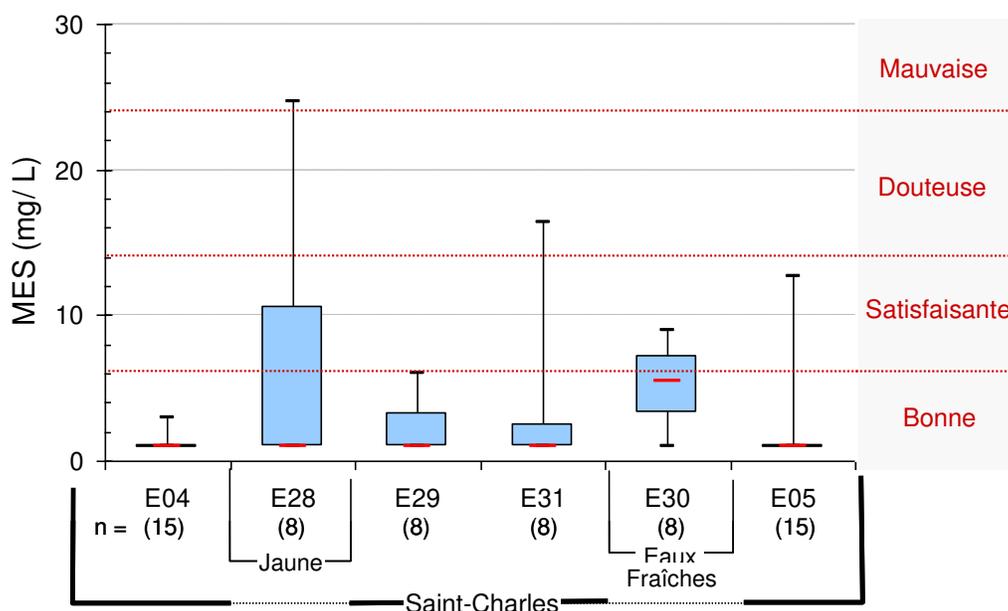


Figure 25 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Saint-Charles et ses affluents en 2010.

5.6.2 Ruisseau des Eaux-Fraîches

Une contamination fécale importante a été observée dans le ruisseau des Eaux-Fraîches en 2010 (Figure 23). Pour 22 % des échantillons, tous prélevés par temps sec, la concentration de CF se situait entre 200 et 1000 UFC/100 mL. 33 % des résultats étaient supérieurs à 1000 UFC/100 mL, tous issus d'échantillonnages en temps de pluie (Figure 40).

Le ruisseau des Eaux-Fraîches a subi un enrichissement continu en PT en 2010 (Figure 24), mais il semblait moins important qu'en 2009 (APEL, février 2010). Les concentrations de PT dépassant le

critère de qualité de 30 µg/L ont été observées en temps de pluie et par temps sec. Les concentrations maximales de PT ont néanmoins été mesurées en temps de pluie, concurremment aux concentrations maximales de MES (Figure 25). Les concentrations de MES observées en 2010 étaient bien inférieures à celles de 2009 (APEL, février 2010).

En août et septembre 2010, une enquête approfondie a été menée par l'APEL dans le bassin versant du ruisseau des Eaux-Fraîches pour localiser les sources de contaminations en CF et en PT. Un rapport détaillé a été produit et remis à la Ville de Québec (APEL, 2010).

6 Conclusions et recommandations

Dans l'ensemble, les résultats de qualité de l'eau obtenus en 2010 dans les cours d'eau du haut-bassin de la rivière Saint-Charles sont cohérents avec ceux observés depuis 2007.

Par contre, en 2010, la qualité bactériologique s'est dégradée dans plusieurs rivières par rapport à 2009. L'étiage sévère de l'été 2010 a probablement amplifié l'effet des contaminations fécales, mais d'autres causes peuvent expliquer ces dégradations. Par exemple, dans le ruisseau Courte-Botte (E22), le suivi a permis de détecter une conduite d'égout sanitaire percée traversant le cours d'eau.

Heureusement, la qualité bactériologique de la rivière Saint-Charles à 1 km en amont de la prise d'eau (E05) semble s'améliorer d'année en année depuis 2007. En 2010, la médiane des concentrations de CF à cet endroit était bien inférieure à 200 UFC/100 mL et il n'y a pas eu de dépassement du critère de 1000 UFC/100 mL.

Dans le sous-bassin versant de la rivière des Hurons, qui est l'alimentation principale en eau du lac Saint-Charles, un enrichissement en PT modéré, mais continu, a été observé dans les cours d'eau dès l'amont. Il est inquiétant de constater que la majorité des concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses tributaires dépassait le critère de 20 µg/L visant à limiter la croissance des algues dans le lac. Il semble néanmoins que cet enrichissement continu en PT ayant lieu en amont du bassin versant soit légèrement atténué dans la rivière des Hurons avant son entrée dans le lac Saint-Charles (E01). Par contre, juste avant l'arrivée de la rivière des Hurons dans le lac (E01), il a encore été observé que les crues de cette rivière peuvent causer des apports ponctuels très importants de PT et de MES. En effet, la transparence du lac Saint-Charles a été fortement affectée par des événements de pluie (APEL, 2010).

Dans les rivières Jaune et Nelson ainsi que dans leurs tributaires, des contaminations fécales importantes ont encore été détectées en 2010. Les résultats démontrent que les contaminations proviennent de quartiers densément peuplés de Lac-Beauport (E03) et de Québec (Lac-Saint-Charles : E28; et Val-Bélair : E32 et E35).

Voici, plus précisément, une liste rappelant les principales observations et contaminations détectées en 2010 pour lesquelles un suivi est nécessaire.

Observations / Contaminations	Stations	Suivi suggéré
<i>Sous-bassin de la rivière des Hurons</i>		
Tendance à l'augmentation des médianes de PT depuis 2007 dans la rivière des Hurons.	E51 E07	Continuer le suivi du PT dans le sous-bassin et l'analyse de tendance sur plusieurs années.
Indices de contamination de la rivière des Hurons par des installations septiques.	E51	Informar la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury des résultats. Appuyer leurs démarches correctives.
Fortes charges de PT et de MES arrivant au lac par la rivière des Hurons en période de crue.	E01	Localiser les zones d'érosion des rives de la rivière des Hurons entre E07 et E01. Évaluer si des travaux de stabilisation peuvent être entrepris.

Observations / Contaminations	Stations	Suivi suggéré
Valeurs extrêmes de MES et de PT dans les rivières des Hurons et Noire le 28 septembre suite à une forte pluie. Effet possible du chantier de l'autoroute 73 et de l'érosion des rives de la rivière des Hurons près du camping Stoneham.	E12 P07RH P06RH E11	Informé le MTQ des résultats obtenus afin d'évaluer si le chantier est la source principale de MES et de PT pour qu'il puisse prendre, le cas échéant, les mesures nécessaires pour la suite des travaux.
Valeurs extrêmes de MES et de PT dans la rivière Hibou le 28 septembre suite à de fortes pluies. Effet possible des chantiers de construction de plus de 300 unités d'habitations dans son bassin de drainage.	E08	Informé la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury des résultats. Appuyer leurs démarches correctives.
Tendance à la dégradation de la qualité bactériologique de la rivière Hibou depuis 2008.	E08	Continuer le suivi des CF et l'analyse des tendances sur plusieurs années.
Contamination fécale et enrichissement en PT des ruisseaux Leclerc et Plamondon par des installations septiques de quartiers de Stoneham.	APEL 2009	Appuyer les démarches correctives de la Municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury tel que recommandé dans <i>l'Étude limnologique du haut bassin versant de la rivière Saint-Charles</i> (APEL, 2009).
Sous-bassin de la décharge du lac Delage		
Augmentation de la médiane des concentrations de PT au-dessus du critère de 20 µg/L dans la décharge du lac Delage. Amplification probable des effets de l'enrichissement de l'usine d'épuration à cause de l'étiage.	E54	Informé la Ville de Lac-Delage et le MDDEP des résultats de PT. Continuer le suivi du PT dans la décharge.
40 % des données de CF mesurées à l'effluent de l'usine d'épuration étaient supérieures à 200 UFC/100 mL.	E54	Informé la Ville de Lac-Delage. Continuer le suivi des CF à l'usine d'épuration.
Sous-bassin de la rivière Jaune		
Contamination fécale importante dans la rivière Jaune dans la municipalité de Lac-Beauport en aval du Mont-Cervin. Contamination potentielle par CF de la nappe phréatique.	E03	Informé la Municipalité de Lac-Beauport. Continuer le suivi des CF dans la rivière Jaune suite à la connexion à l'égout des habitations du Mont-Cervin (enquête approfondie du secteur prévue pour 2013).
Contamination fécale importante de la rivière Jaune dans le quartier de Lac-Saint-Charles depuis 2007.	E28	Entreprendre des recherches à grande échelle des sources de contaminations. Poursuivre le suivi des CF dans la rivière Jaune (enquête approfondie du secteur prévue pour 2013).

Observations / Contaminations	Stations	Suivi suggéré
Dégradation de la qualité bactériologique du ruisseau du Valet en 2010.	E24	Poursuivre le suivi des CF dans ce ruisseau (enquête approfondie du secteur prévue pour 2011).
Sous-bassin de la rivière Nelson		
Tendance à la dégradation de la qualité bactériologique de la rivière Nelson en amont de Val-Bélair depuis 2008.	E57	Continuer le suivi des CF en amont du quartier de Val-Bélair en ajoutant des stations en amont de E57 (prévu pour 2011).
Contaminations fécales importantes dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard depuis 2007.	E35 E06 E56 E32	Entreprendre des recherches à grande échelle des sources de contaminations. Poursuivre le suivi des CF dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard.
Valeurs élevées de MES et de PT en temps de pluie en amont du ruisseau Savard depuis 2009.	E56	Inspection et enquête dans le bassin versant du ruisseau en amont de E56 pour identifier les zones d'érosions ou d'autres causes (enquête approfondie du sous-bassin du ruisseau Savard prévue pour 2011).
Petits affluents du lac Saint-Charles		
Contamination fécale (560 UFC/100 mL) dans le ruisseau Courte-Botte par une conduite sanitaire percée.	E22	Inspection régulière des conduites sanitaires traversant les cours d'eau du haut-bassin.
Rivière Saint-Charles en amont de la prise d'eau		
Tendance à l'amélioration de la qualité bactériologique de la rivière Saint-Charles au niveau de la prise d'eau.	E05	Poursuivre le suivi des CF près de la prise d'eau.
Contaminations fécales importantes de la rivière Saint-Charles au niveau du quartier de Lac-Saint-Charles depuis 2007. Effet de la rivière Jaune, mais d'autres sources semblent aussi en cause.	E29	Étendre les recherches à grande échelle de sources de contaminations de la rivière Jaune aux habitations pouvant avoir un effet sur la station E29. Poursuivre le suivi des CF.
Contamination fécale importante et enrichissement en PT continu observés depuis 2007 dans le ruisseau des Eaux-Fraîche.	E30	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL et appliquer des mesures correctrices.

Références

- APEL (2009) *Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles, rapport final*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 354 p.
- APEL (février 2010) *Suivi des rivières du haut-bassin de la rivière Saint-Charles, Campagne 2009*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 34 p.
- APEL (2010) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau des Eaux-Fraîches*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 38 p.
- APEL (2011) *Rapport d'étape sur le suivi des cyanobactéries au lac Saint-Charles en 2010*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 33 pages.
- DAVIS, MACKENZIE L. et SUSAN J. MASTEN. 2004. *Principles of Environmental Engineering and Science*. McGraw Hill, New York, 704 pages.
- HÉBERT, S., (1997) *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*, Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, envirodoq no EN/970102, 20 p., 4 annexes. Disponible en ligne : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/indice/IQBP.pdf
- MDDEP (2002) *Critères de qualité de l'eau de surface*. Page consultée le 27 avril 2009. URL : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp
- MDDEP (2006) *Comparaison de deux méthodes d'analyse pour la mesure du phosphore en milieu aquatique*, Québec, Ministère du Développement durable, Environnement et Parcs, 47 pages.

Rapports d'analyse 2010

Ville de Québec, Service de l'environnement, Division de la qualité de l'eau, Centre analytique

Rapports # : 11079; 11112; 11239; 11450; 12030; 12029; 12159; 12255; 12252; 12677; 12680; 12725; 12807; 12808; 12809; 12893; 12948; 12958; 12957.

Rapports d'analyse 2009

Maxxam Analytique

Dossier # : A956613; A956351; A952400; A949105; A948895; A946574; A943449; A943266; A933383; A933193; A941564; A938716; A938481; A936967; A9361137; A932155; A931331; A930438; A930029; A927246; A926999; A924890; A921638; A921340; A920195; A918899; A917530.

Rapports d'analyse 2008

Maxxam Analytique

Dossier # : A851502; A851183; A848695; A848457; A845798; A845507; A845211; A844397; A842770; A840211; A839906; A839583; A837663; A837415; A834815; A834533; A834076; A833242; A833242; A832670; A832400; A831697; A831370; A829658; A829343; A828356; A826692; A824940; A824666; A821942; A821456; A820141; A819634.

INRS

Référence : Sébastien Bourget 2008

Rapports d'analyse 2007

Maxxam Analytique

Dossier # : A743384; A740348; A738497; A733795; A730310; A729721; A725541; A725163; A721855; A719540; A715328; A713407.

INRS

Référence : Sébastien Bourget 2007

Annexe : Graphiques représentant l'effet de la pluie sur les résultats de PT, de MES et de CF et les corrélations entre le débit et les concentrations de PT, de MES et de CF

Sous-bassin de la rivière des Hurons

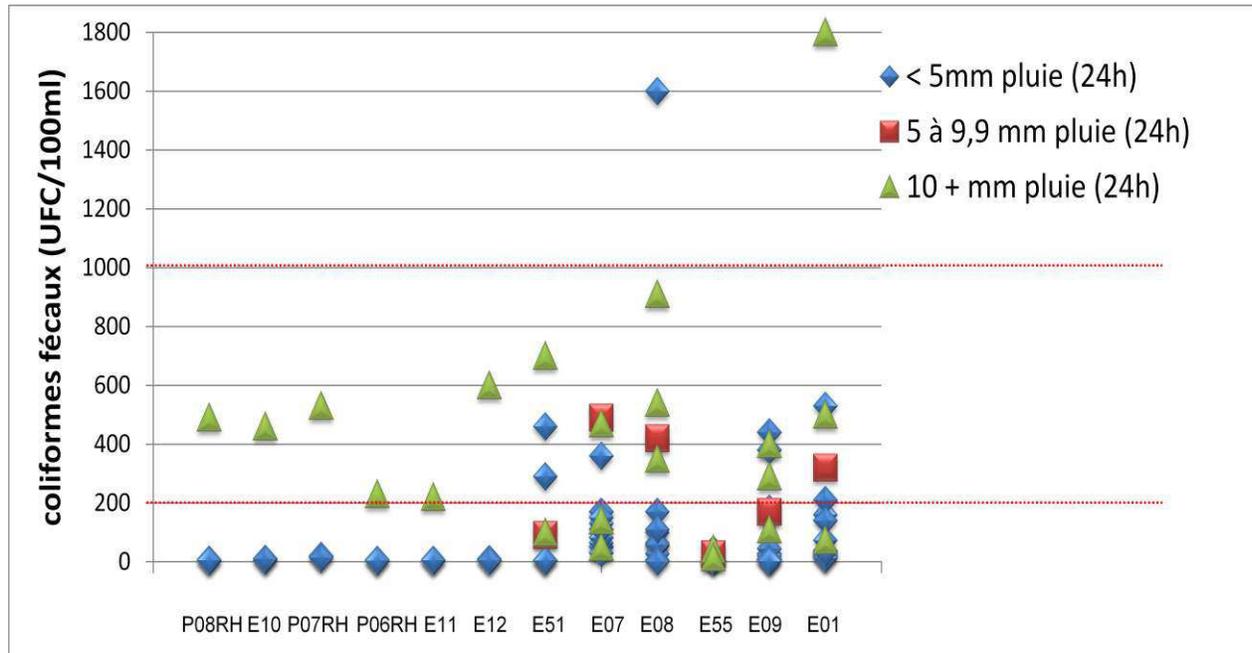


Figure 26 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

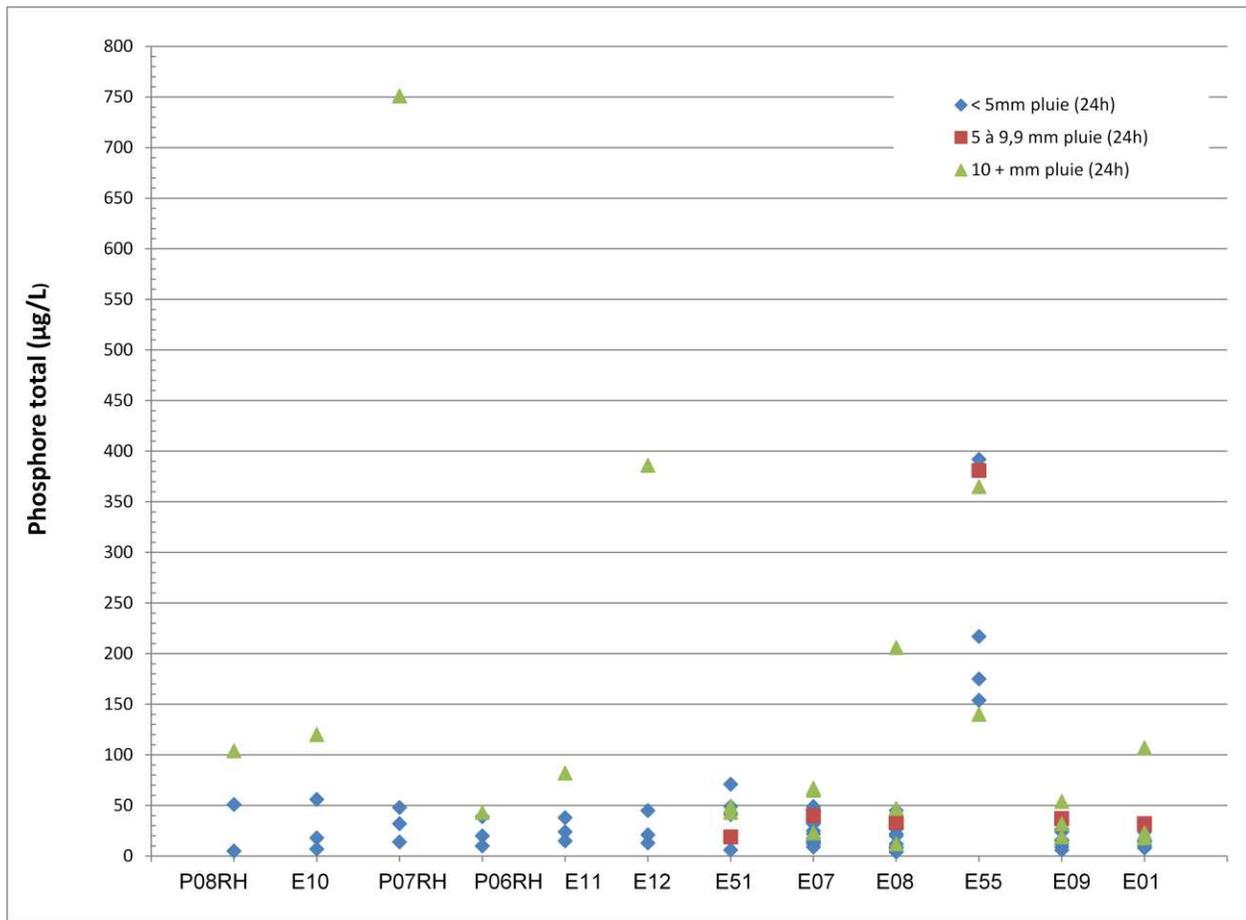


Figure 27: Effets de la pluie sur les concentrations de PT (µg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

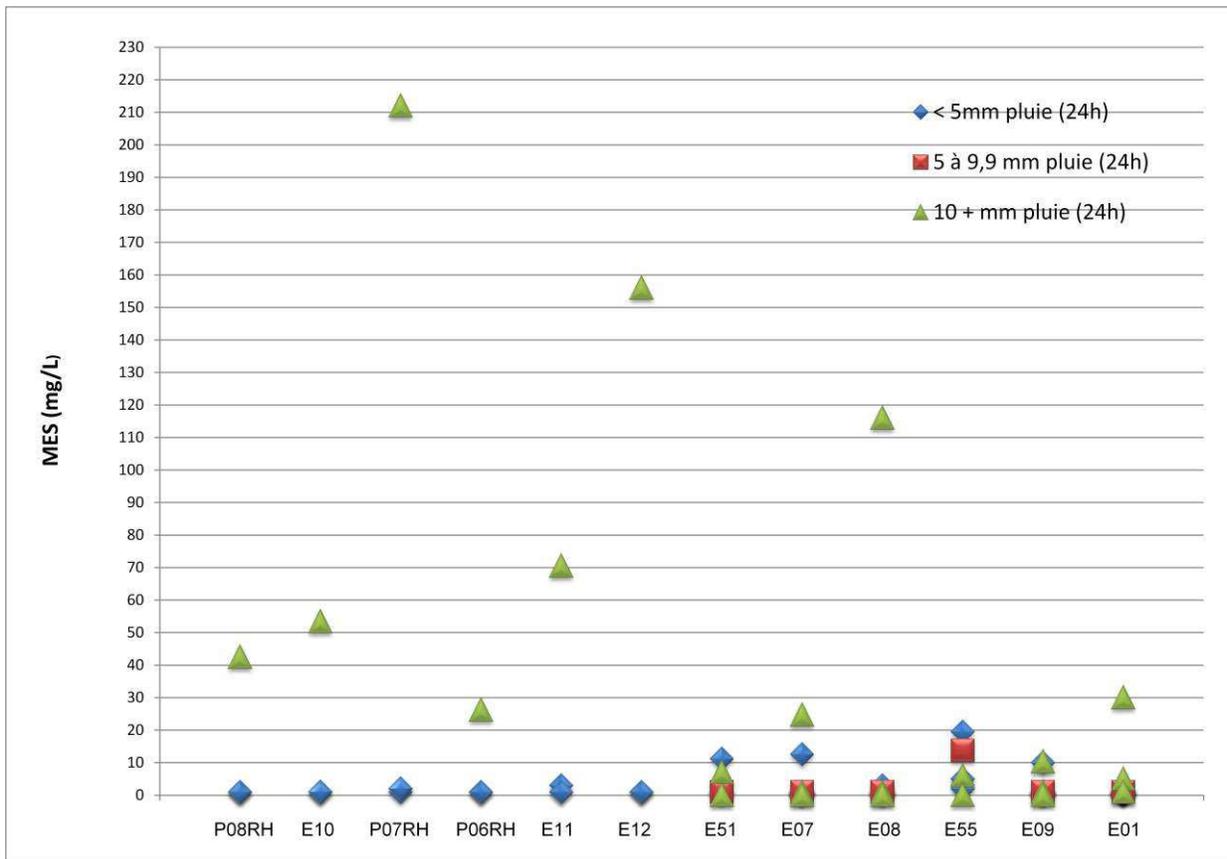


Figure 28 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

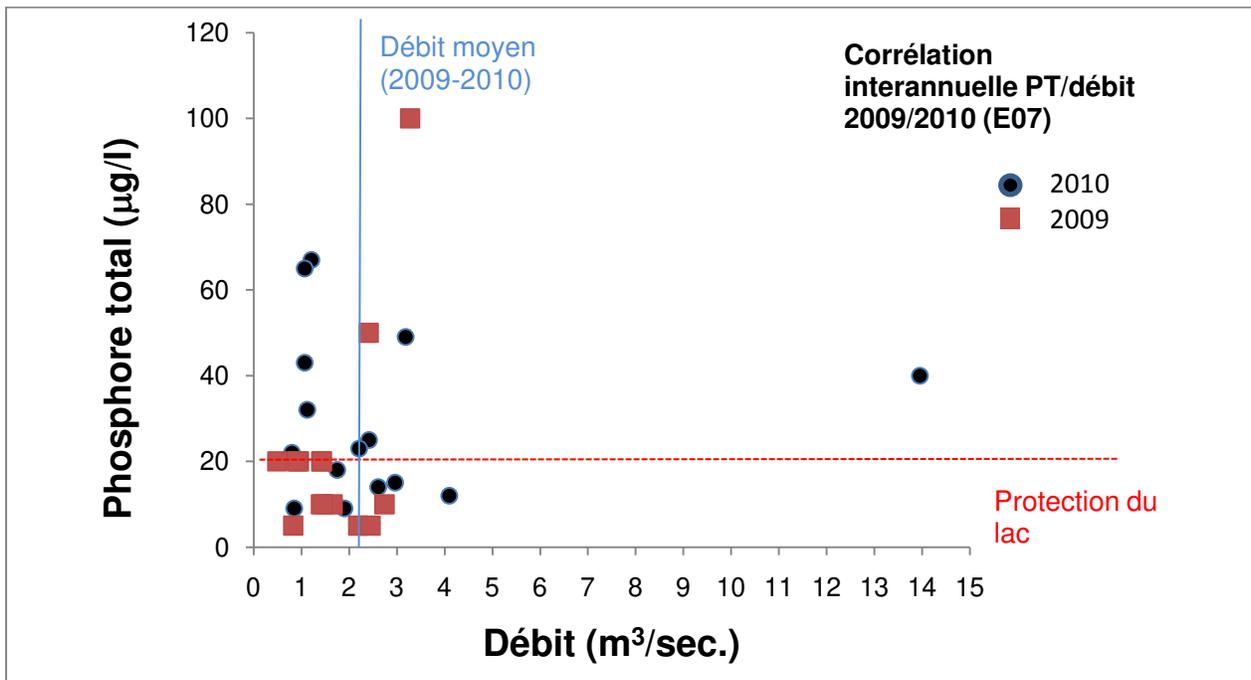


Figure 29 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E07, rivière des Hurons.

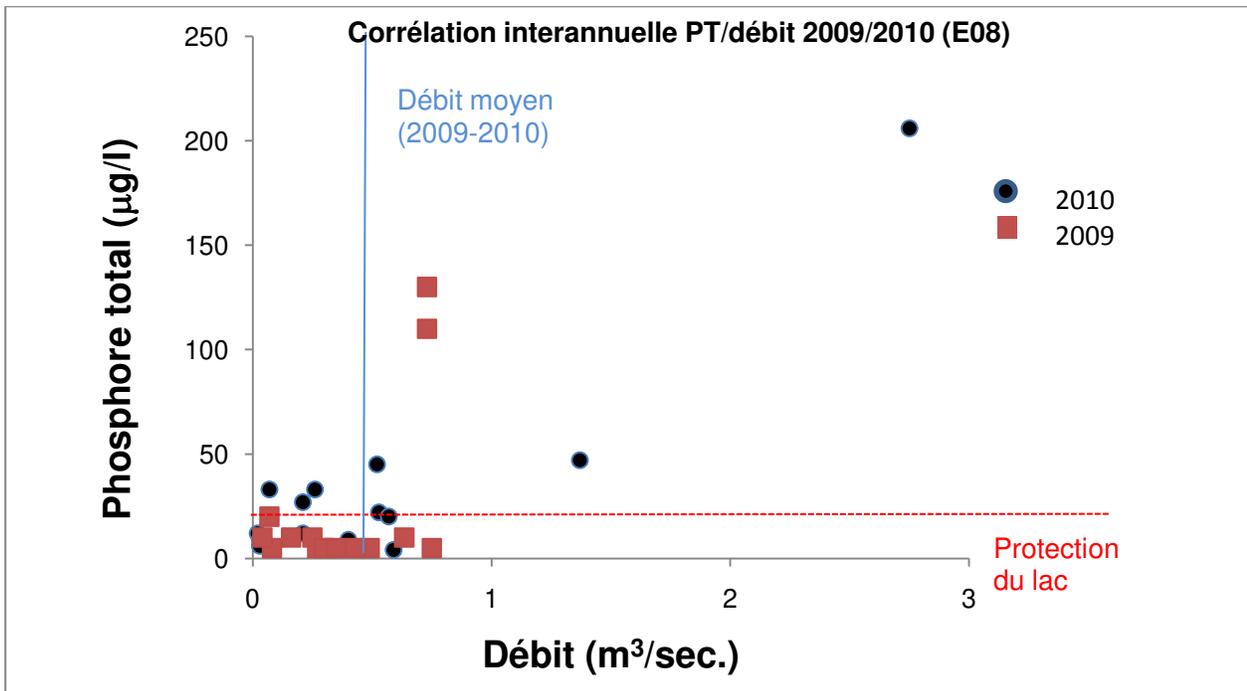


Figure 30 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E08, rivière Hibou.

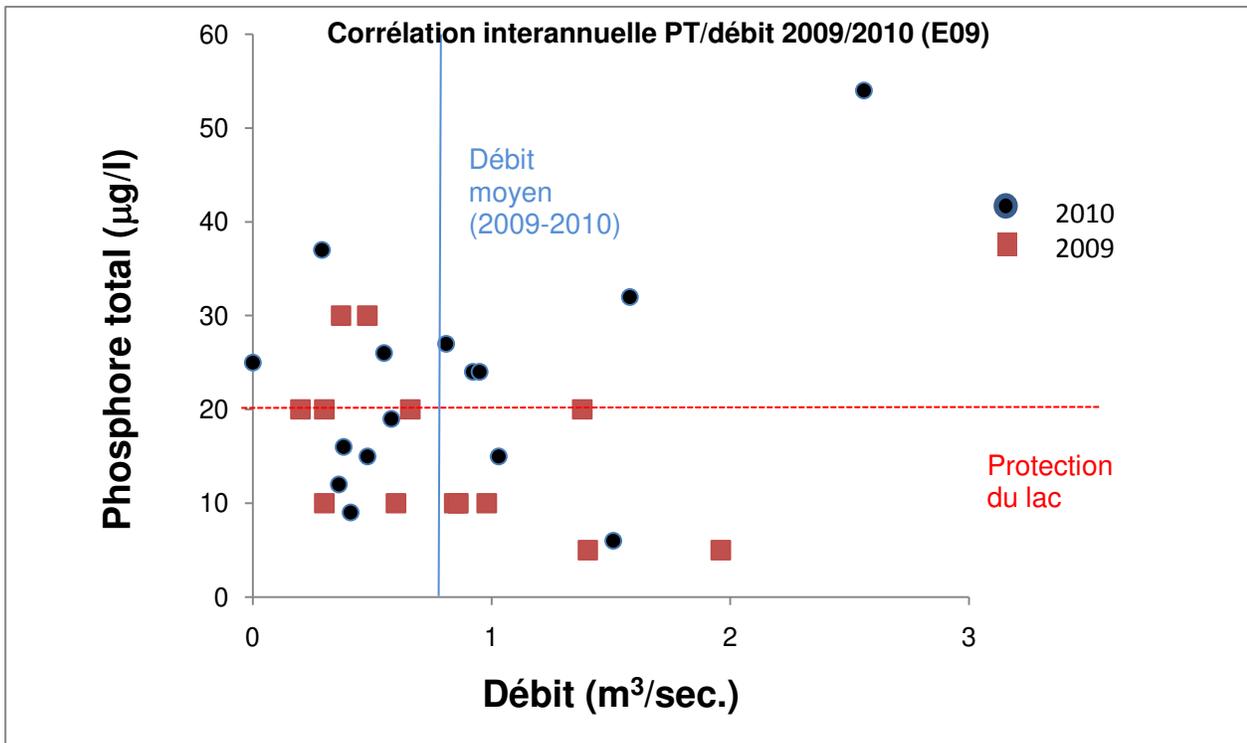


Figure 31 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E09, ruisseau des Trois-Petits-Lacs.

Sous-bassin de la décharge du lac Delage

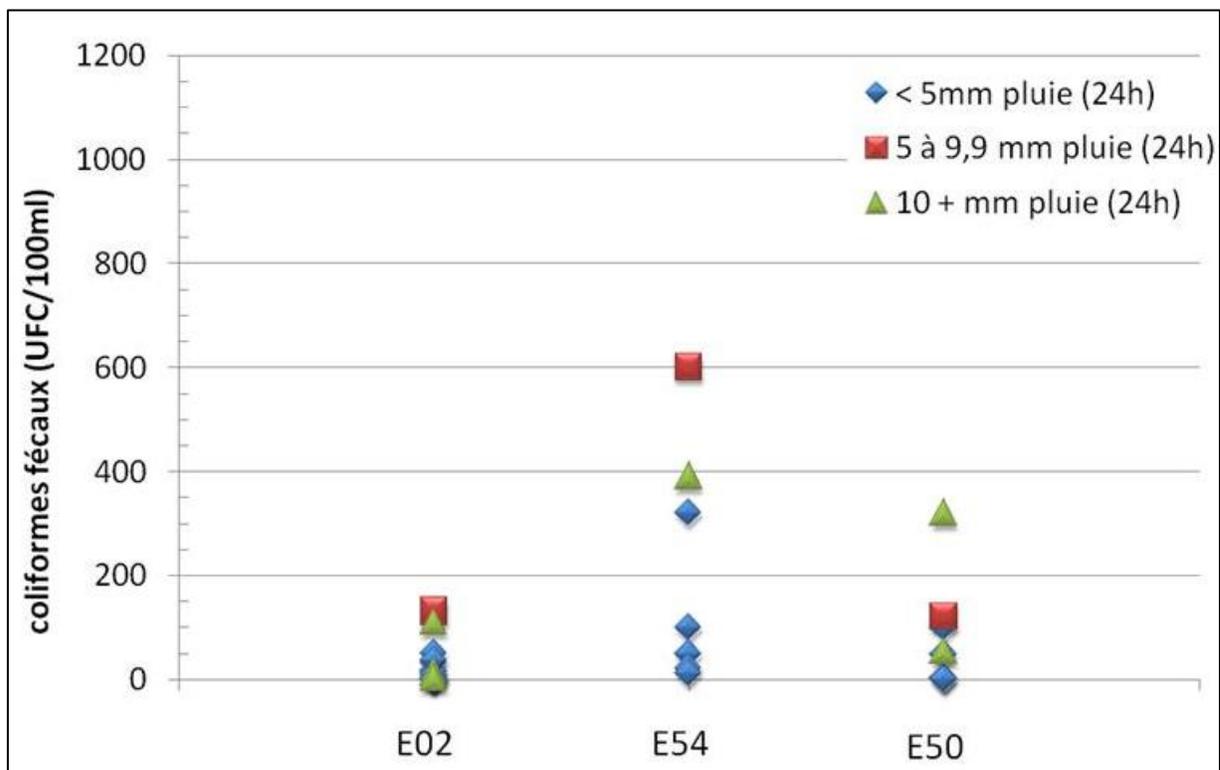


Figure 32 : Effets de la pluie sur les concentrations en CF (UFC/100ml) aux stations situées dans la décharge du lac Delage.

Sous-bassin de la rivière Jaune

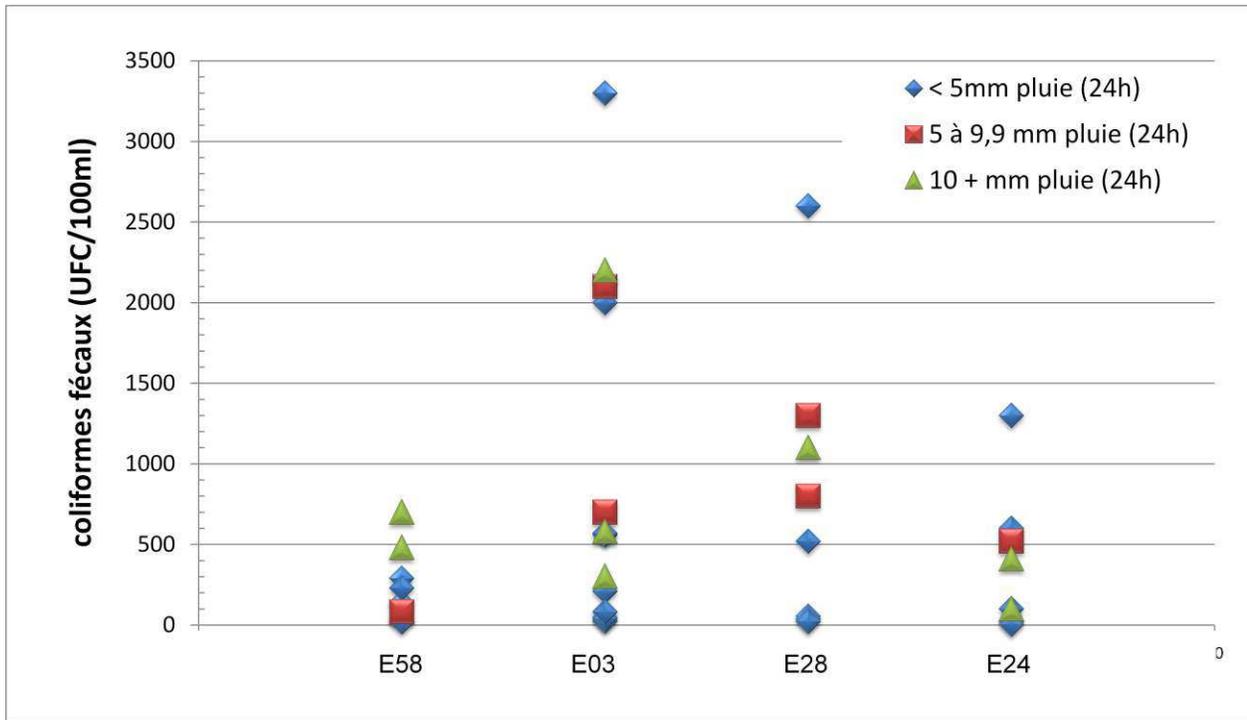


Figure 33 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées sur les rivières Jaune et du Valet.

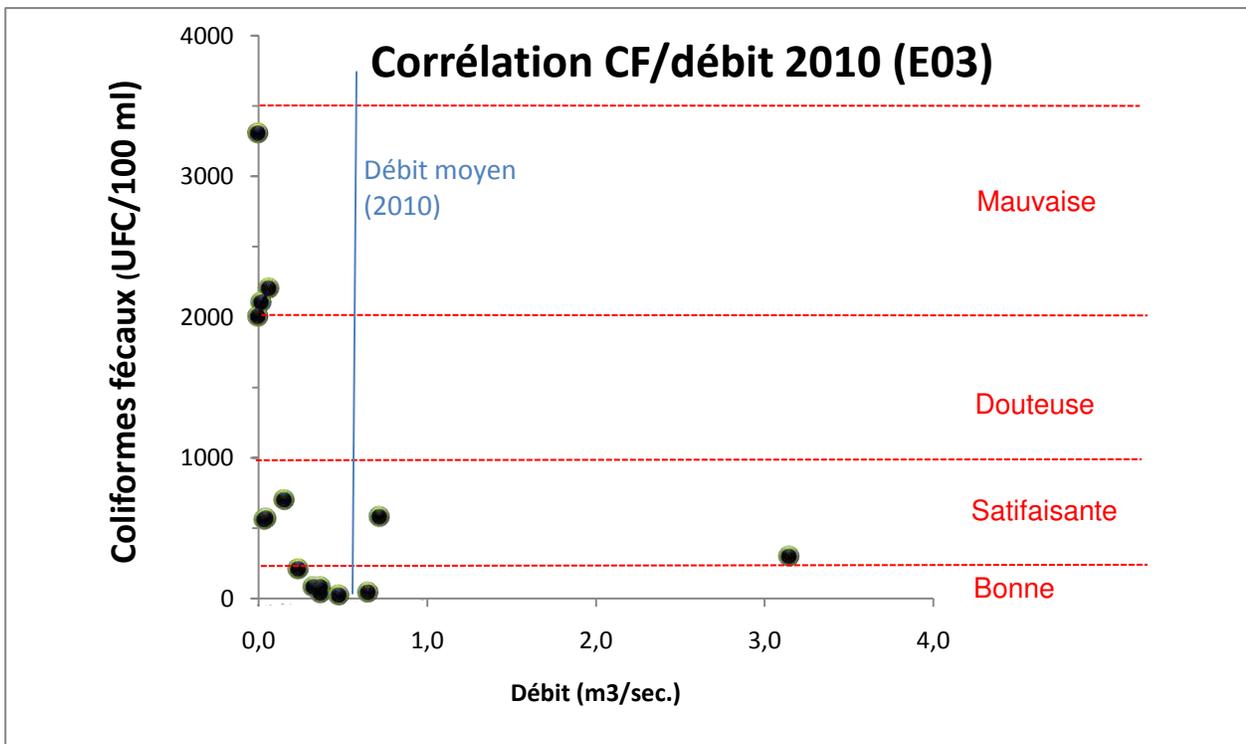


Figure 34 : Corrélation entre le débit et les concentrations de CF (UFC/100ml) à la station E03 en 2010, rivière Jaune.

Sous-bassin de la rivière Nelson

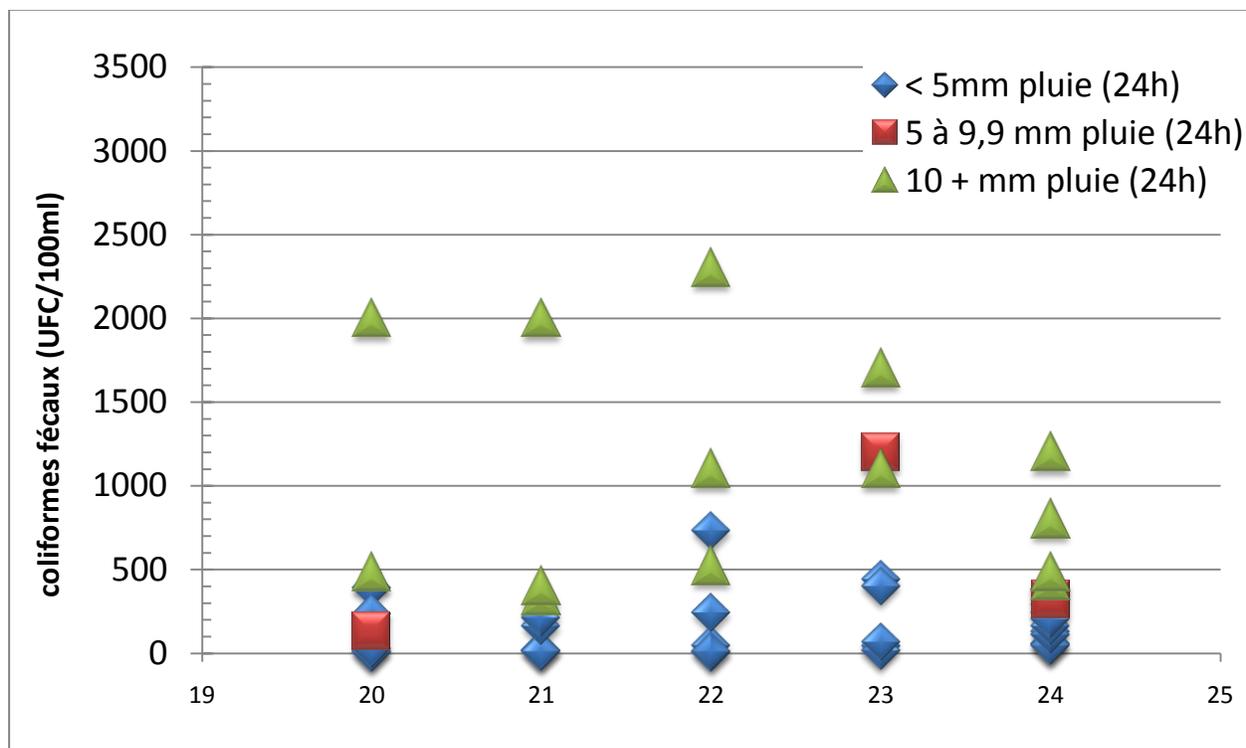


Figure 35 : Effets de la pluie sur les concentrations en CF (UFC/100ml) aux stations situées dans le sous-bassin versant de la rivière Nelson.

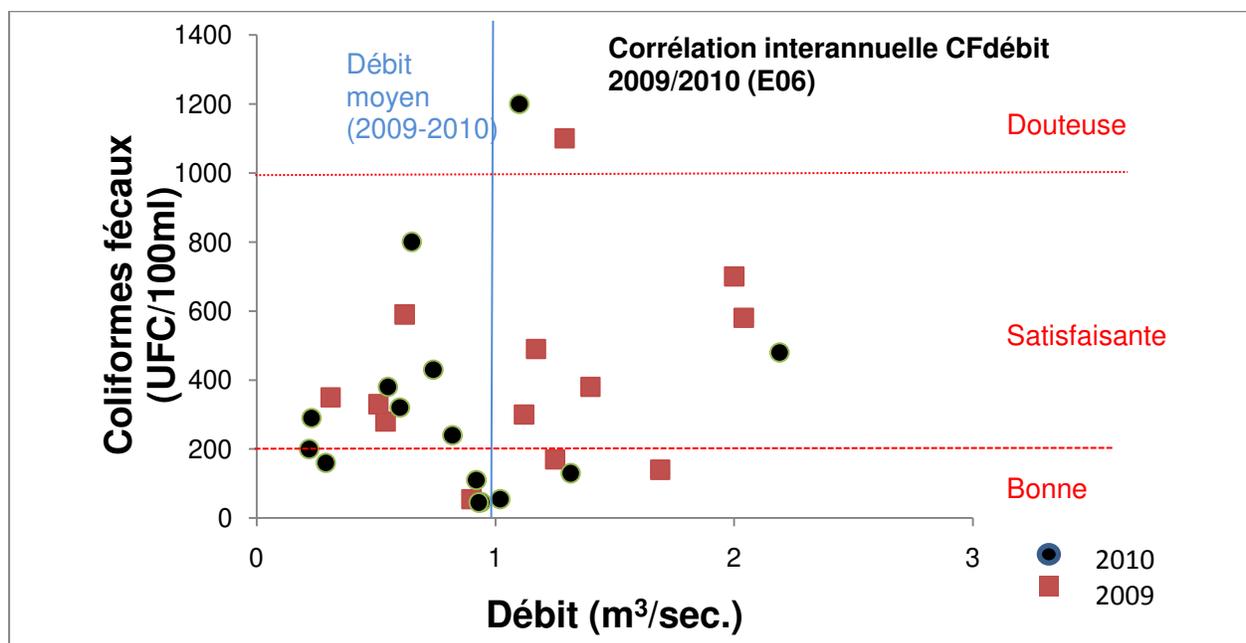


Figure 36 : Corrélation interannuelle CF/débit 2009/2010 à la station E06, rivière Nelson.

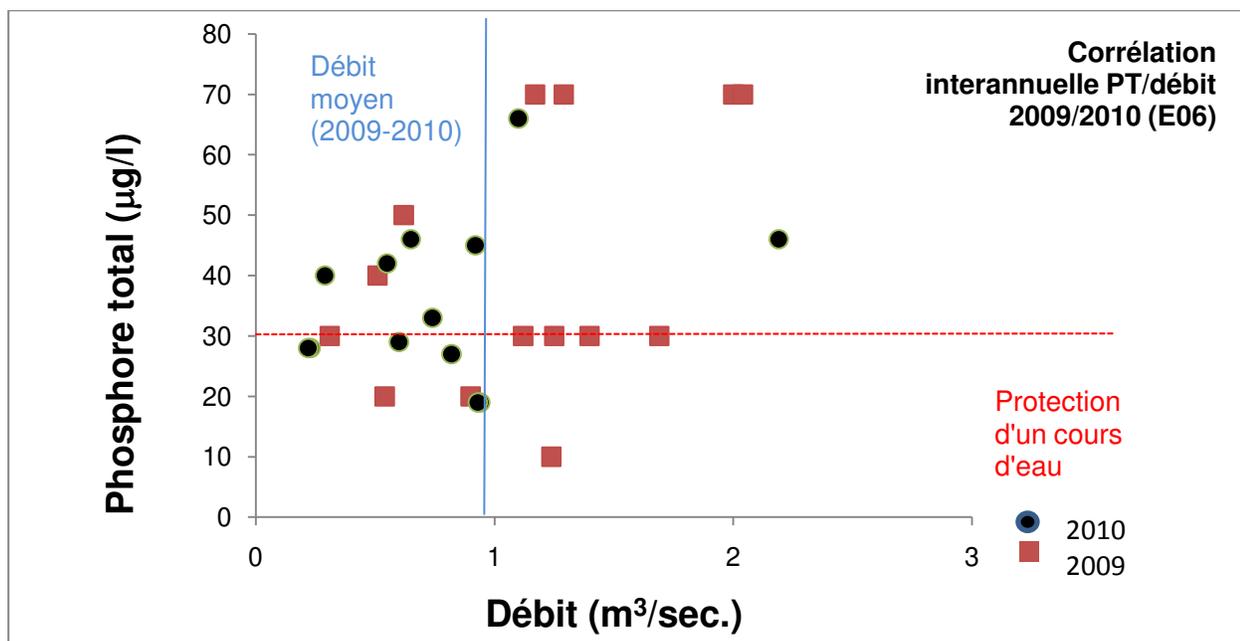


Figure 37 : Corrélation interannuelle PT/débit 2009/2010 à la station E06, rivière Nelson.

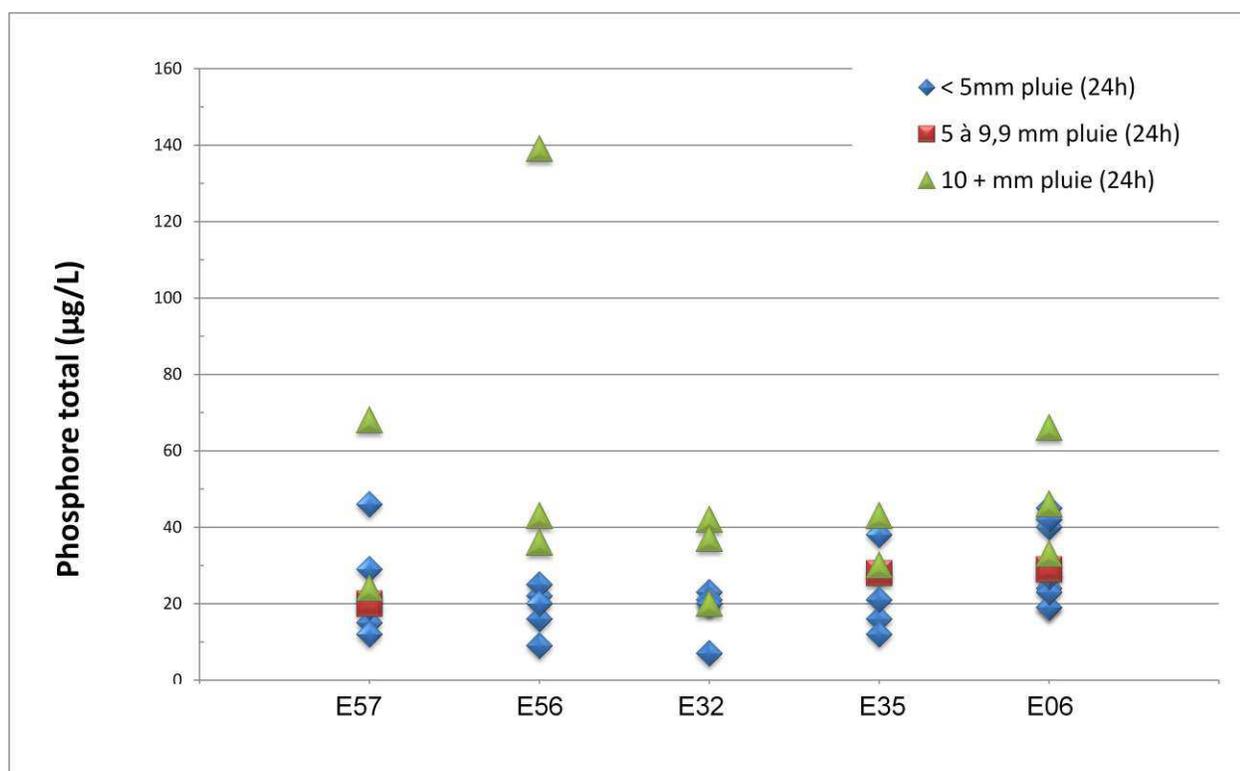


Figure 38 : Effets de la pluie sur les concentrations de PT (µg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière Nelson.

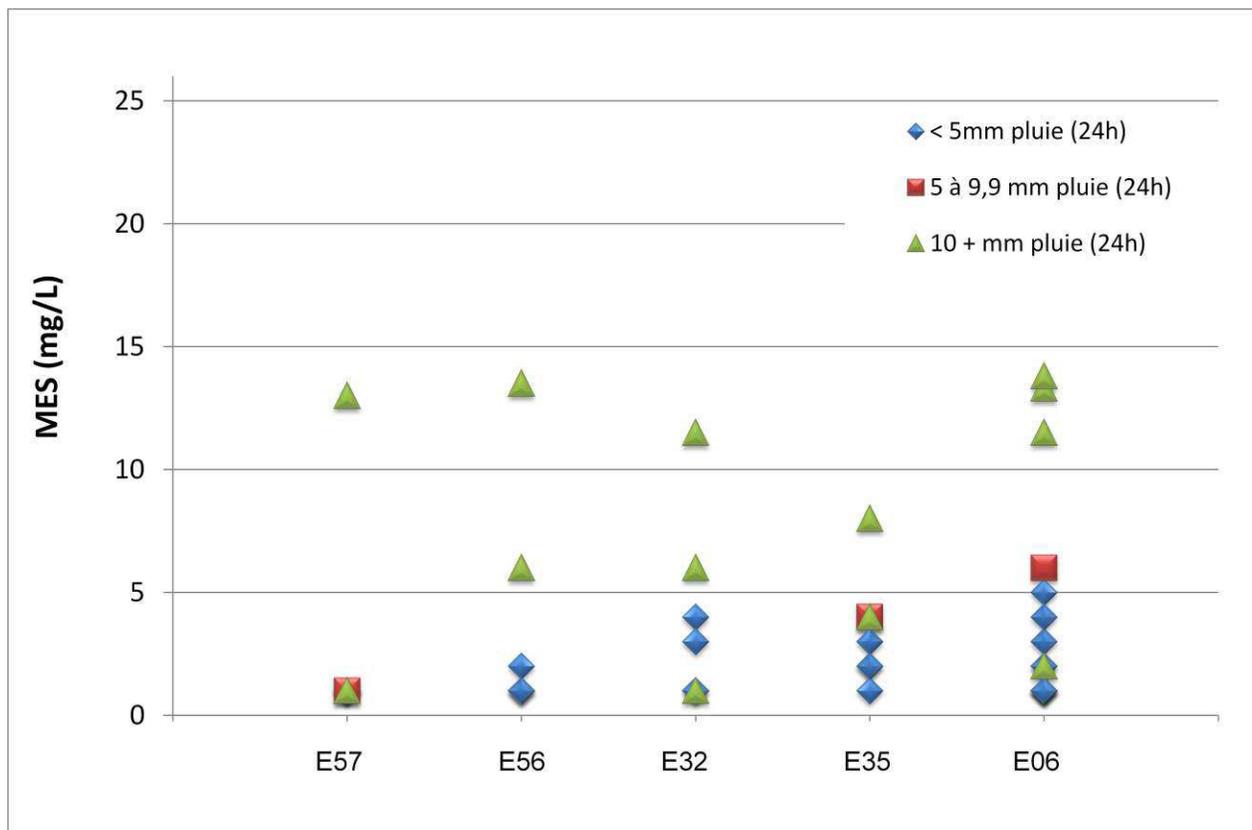


Figure 39 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées dans le bassin versant de la rivière Nelson.

Rivière Saint-Charles

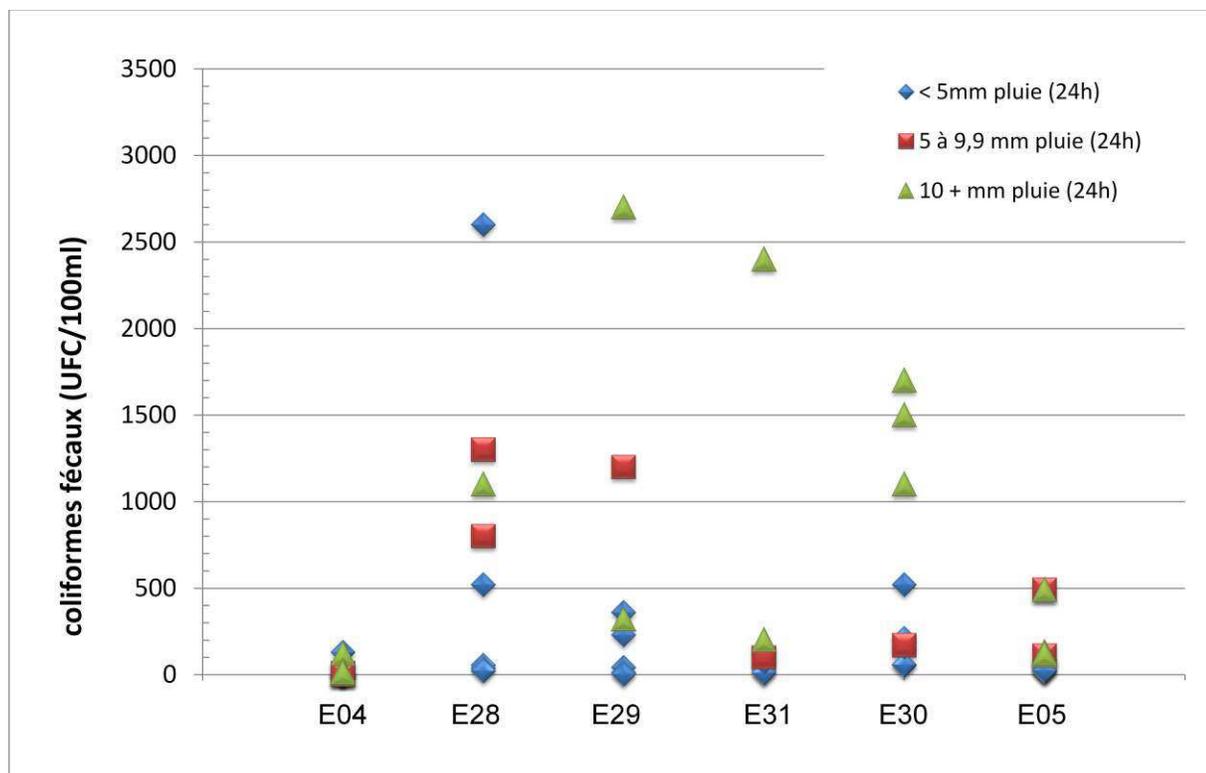


Figure 40 : Effets de la pluie sur les concentrations de CF (UFC/100ml) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.

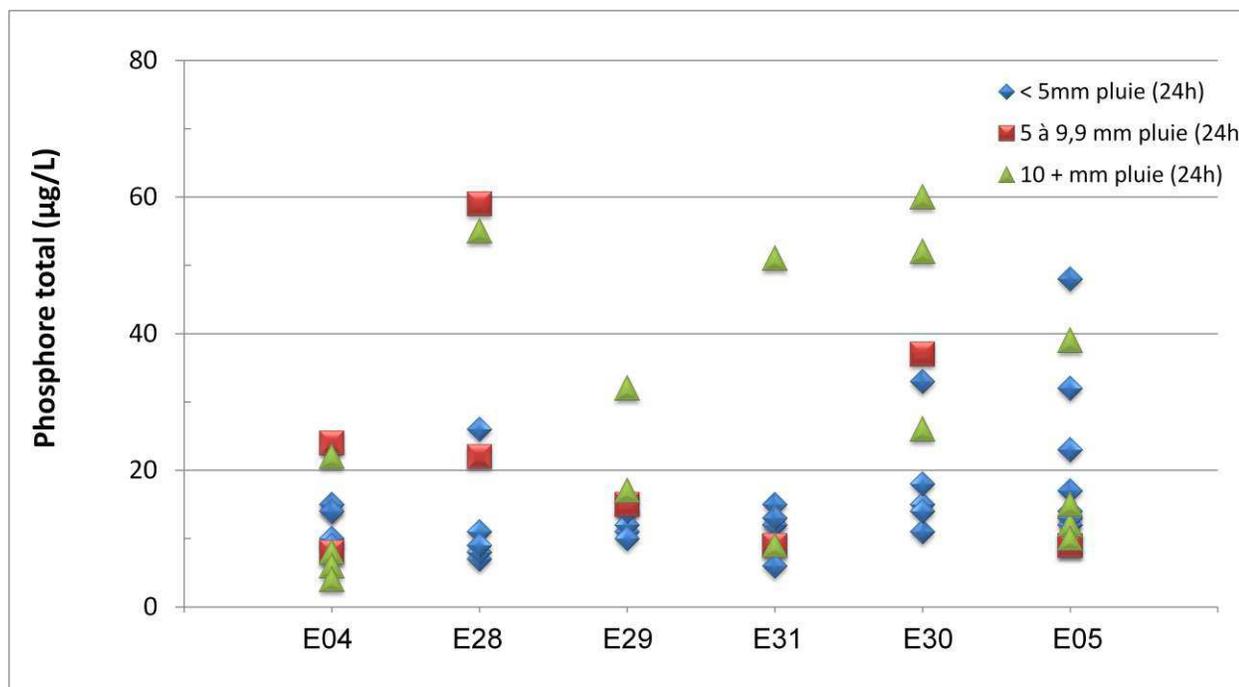


Figure 41 : Effets de la pluie sur les concentrations de PT (µg/L) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.

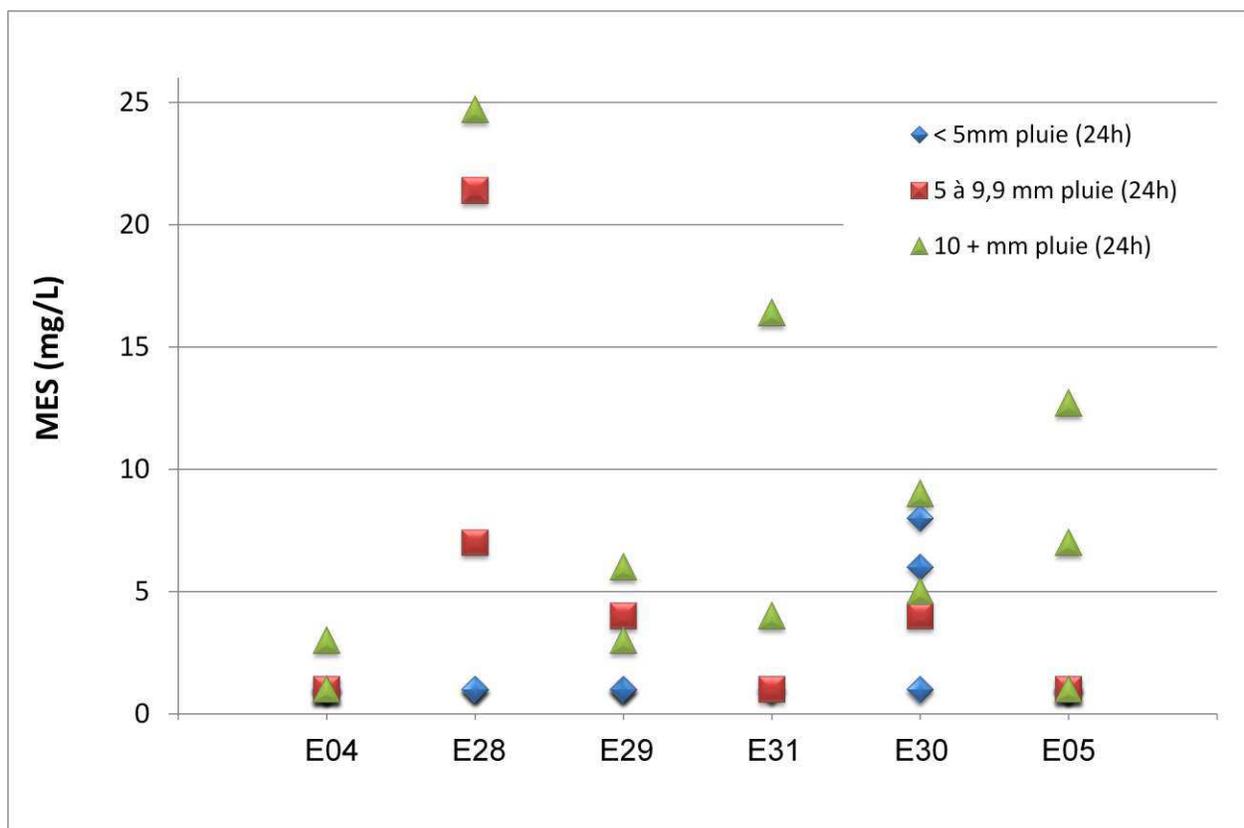


Figure 42 : Effets de la pluie sur les concentrations de MES (mg/L) aux stations situées sur les rivières Saint-Charles et Jaune ainsi que le ruisseau des Eaux-Fraîches.