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

Campagne 2011

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

Mars 2012

Rédaction

Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc.*

Cartographie

William Verge, *ing. jr*

Travaux de terrain

Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc.*
François Côté, *Biol. M.Sc.*
Anthony Michel, *étudiant au Master 2 AUDE, spécialité environnement et aménagement, Stagiaire*
William Verge, *ing. jr*
Martin Sirois, *Géographe, M.Sc.*

Révision

Mélanie Deslongchamps, *Directrice générale*, APEL
François Côté, *Biol. M.Sc.*

Référence à citer

APEL (2012) Suivi des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles – Campagne 2011, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 133 pages.

Description des photos en page couverture

Échantillonnage près des travaux de l'autoroute 73, crédit : Sonja Behmel, 2011
Échantillonnage à l'aide de la sonde sur la rivière Hibou, crédit : François Côté, 2011
Échantillonnage près de la rue de l'Aventure, crédit : Sonja Behmel, 2011

Sommaire exécutif

Depuis 2002, plusieurs campagnes d'échantillonnage ont été 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. Ces campagnes ont été intensifiées en 2007 et 2008 dans le cadre de l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009). L'APEL a poursuivi les campagnes d'échantillonnage aux principales stations en 2009 et 2010. En 2011, le réseau des stations d'échantillonnage s'est élargi et la fréquence d'échantillonnage a augmenté à la suite d'une planification stratégique de suivi à long terme de la qualité de l'eau sur l'ensemble du territoire du bassin versant de la rivière Saint-Charles.

Ainsi, en 2011, 39 stations ont été visitées aux deux semaines sur les rivières du Berger, Lorette, Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, Nelson, Saint-Charles, des Trois Petits Lacs, ainsi que sur les ruisseaux Savard, du Valet et des Eaux Fraîches et sur la décharge du lac Delage. Les paramètres mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètres YSI 6600 V2 étaient l'oxygène dissous (OD), le pH, la conductivité, la température, la turbidité, ainsi que la chlorophylle *a*. Des échantillons ont été prélevés à toutes les stations pour analyse subséquente en laboratoire des matières en suspension (MES), du phosphore total (PT) et des coliformes fécaux (CF). De plus, pour 23 stations, l'azote total (NT), l'azote ammoniacal, ainsi les nitrites/nitrates ont aussi été dosés. 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.

Dans l'ensemble, les résultats de qualité de l'eau obtenus en 2011 dans les cours d'eau du haut-bassin de la rivière Saint-Charles sont conformes à ceux obtenus depuis 2007, c'est-à-dire qu'il est relativement fréquent que les CF, le PT et les MES dépassent le seuil de la catégorie de qualité d'eau « Bonne » de l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) (Hébert, 1997; MDDEP 2002).

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, Jaune et Nelson, ainsi que dans les ruisseaux Savard, du Valet et 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 Nelson qui ont présenté le plus couramment des dépassements du seuil établi pour éviter la prolifération des algues dans les rivières (30 µg/L), par temps de pluie et par temps sec. Les ruisseaux Savard et 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 au ruisseau Savard, aux rivières des Hurons, Noire et Nelson, ainsi qu'à un événement ponctuel dans la rivière Jaune.

Or, plusieurs améliorations ont pu néanmoins être constatées. Les efforts de la Ville de Québec en ce qui a trait à la détection et la réparation des branchements croisés et des égouts défectueux, ainsi qu'à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports de suivi des rivières ont porté fruit. Ainsi, une amélioration de la qualité bactériologique a pu être observée en

amont de la prise d'eau potable pour le ruisseau des Eaux Fraîches et les rivières Jaune, Saint-Charles et Nelson.

L'augmentation du nombre de stations et de paramètres mesurés (composés azotés) a permis de détecter quelques nouvelles zones problématiques qui contribuent à la dégradation bactériologique et aux apports d'azote, notamment. Concernant les CF, une contamination fécale en temps de pluie a été constatée dans la rivière Nelson en amont de la base militaire de Valcartier, dans la rivière Noire (secteur aval) et dans une section de la rivière des Hurons. En ce qui a trait aux composés azotés, la rivière des Trois Petits Lacs semble être problématique.

Quant aux stations d'épuration, une baisse de la concentration en CF et en PT a pu être observée à la station d'épuration de Lac-Delage depuis 2010. Les deux stations respectent les normes en PT du MDDEP pour des usines existantes. Malgré cela, l'usine de Lac-Delage s'approche du seuil recommandé pour les usines en amont des lacs considérés prioritaires. Également, dans les deux cas, les rejets en composés azotés dépassent les seuils recommandés dans la littérature pour la protection des lacs.

Une dégradation rapide de la qualité de l'eau pour presque tous les paramètres peut être observée dans la rivière du Berger et son tributaire, le ruisseau des Commissaires. Pour sa part, la rivière Lorette subit une contamination fécale importante en amont de L'Ancienne-Lorette. Cette dégradation s'amplifie de manière importante vers l'aval. Ainsi, les rivières du Berger et Lorette contribuent de manière significative à la dégradation de la qualité de l'eau observée dans les zones urbanisées de la rivière Saint-Charles.

De manière globale, les dépassements des seuils établis pour les CF sont probablement attribuables, selon le secteur, à des installations septiques défectueuses et/ou inefficaces, ainsi qu'à des branchements d'égouts croisés. Les dépassements en PT et en MES sont quant à eux attribuables principalement à l'érosion. Pour les rivières Noire et des Hurons, l'érosion provient essentiellement des travaux liés au prolongement de l'autoroute 73. Dans le secteur de la rivière Nelson, c'est plutôt le développement domiciliaire et l'érosion des rives qui semblent être impliqués dans les apports en PT et en MES.

Table des matières

Rédaction i
Cartographie i
Travaux de terrain i
Révision i
Référence à citer i
Description des photos en page couverture i

Sommaire exécutif i

Table des matières iii

Liste des figures v

Liste des tableaux viii

Liste des photos x

1 Introduction 1

2 Méthodologie 3
2.1 Échantillonnage des cours d'eau 3
2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit 8
2.3 Analyse des données de qualité de l'eau 10

3 Régimes de précipitations et de débits 2011 13

4 Analyse des résultats 15
4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons 16
4.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons 31
4.2 Bassin versant du lac Delage 34
4.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage 40
4.3 Bassin versant de la rivière Nelson 41
4.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson 52
4.4 Bassin versant de la rivière Jaune 54
4.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune 63
4.5 Bassin versant de la rivière du Berger 65
4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière du Berger 76
4.6 Bassin versant de la rivière Lorette 78

4.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Lorette 85
4.7 Bassin versant de la rivière Saint-Charles 87
4.7.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles 98

5 Conclusions et recommandations 100

Références 106

6 Annexes 107
6.1 Laboratoires et appareils utilisés 2007-2010 107
6.2 Pluviométrie, dates d'échantillonnage et stations associées 108
6.3 Valeurs de turbidité 111
6.4 Méthodes de mesure des débits 115
6.5 Rapports d'analyse 119
6.5.1 Rapports d'analyse 2011 119
6.5.2 Rapports d'analyse 2010 119
6.5.3 Rapports d'analyse 2009 119
6.5.4 Rapports d'analyse 2008 119
6.5.5 Rapports d'analyse 2007 119

Liste des figures

Figure 1 : Stratégies d'échantillonnage retenues par sous-bassin. 2

Figure 2 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage de 2011. 5

Figure 3 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin et localisation des stations d'échantillonnage. 6

Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du bassin versant en aval de Château-d'Eau et localisation des stations d'échantillonnage. 7

Figure 5 : Pluviométrie qualitative en fonction des groupes de stations échantillonnées la même journée en référence aux dates d'échantillonnage. 8

Figure 6 : Précipitations mensuelles lors des mois d'hivers et de printemps 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 et 2010-2011. Données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage. 13

Figure 7 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons de 2008 à 2011. 14

Figure 8 : Moyennes des valeurs de conductivité dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011. 15

Figure 9 : Moyennes des valeurs de PT obtenues dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2011. 18

Figure 10 : Moyennes des valeurs de MES obtenues dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2011. 19

Figure 11 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011. .. 20

Figure 12 : Concentrations des MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011. 21

Figure 13 : Concentrations des CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.. 22

Figure 14 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.23

Figure 15 : Impact des travaux de l'autoroute 73 sur la rivière Noire (station P07RH) le 4 mai 2011. Il est à noter que le même phénomène explique la mauvaise qualité de l'eau à la station P07RH observable jusqu'à la mi-août (fin des travaux impactant la qualité de l'eau). 30

Figure 16 : Moyennes des valeurs de PT obtenues dans le bassin versant du lac Delage en 2011.. 35

Figure 17 : Concentrations de PT mesurées à la décharge du lac Delage (E02) et à l'effluent de l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2011. 36

Figure 18 : Concentrations d'azote total mesurées à l'effluent de l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2011. 37

Figure 19 : Moyennes des valeurs de CF obtenues dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2011. 43

Figure 20 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.. 44

Figure 21 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011. 45

Figure 22 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.. 46

Figure 23 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011. 47

Figure 24 : Baisse des concentrations en CF observée à la station E06 (2009 - 2011). 51

Figure 25 : Moyennes des valeurs de CF obtenues dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2011. 55

Figure 26 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011. 56

Figure 27 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011. 57

Figure 28 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011. 58

Figure 29 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011. 59

Figure 30 : Relation interannuelle entre les concentrations en CF et le débit à la station E03 (2010-2011)..... 62

Figure 31 : Moyennes des valeurs de CF obtenues pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2011. 67

Figure 32 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011..... 68

Figure 33 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011..... 69

Figure 34 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011..... 70

Figure 35 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011..... 71

Figure 36 : Moyennes des concentrations en CF dans la rivière Lorette en 2011. 79

Figure 37 : Concentrations de PT (à droite) et de MES (à gauche) mesurées dans la rivière Lorette en 2011. 80

Figure 38 : Concentrations en CF (à gauche) et valeurs de conductivité (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2011. 81

Figure 39 : Concentrations d'azote total (à gauche) et des nitrites/nitrates (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2011. 82

Figure 40 : Moyennes des valeurs de CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011. 89

Figure 41 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011..... 90

Figure 42 : Concentration de MES mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011..... 91

Figure 43 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2001..... 92

Figure 44 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011. 93

Figure 45 : Amélioration globale de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 depuis 2008. 97

Figure 46 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2011. 108

Figure 47 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2011. 108

Figure 48 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2011. 109

Figure 49 : Pluviométrie à la station U901, poste Montchâtel, en 2011. 109

Figure 50 : Pluviométrie à la station U910, poste des Blaireaux, en 2011 110

Figure 51 : Pluviométrie à la station U370, poste Estiembre, en 2011. 110

Figure 52 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, en 2011. 111

Figure 53 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses tributaires en 2011. 111

Figure 54 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011. . 112

Figure 55 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011. 112

Figure 56 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011. 113

Figure 57 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Lorette en 2011. 113

Figure 58 : Valeurs de turbidité mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011. 114

Figure 59 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière 115

Figure 60 : Exemple de «panneaux» dans une coupe transversale d'une rivière 116

Figure 61 : Exemple d'une courbe de tarage 117

Figure 62 : Exemple de relation débits 1 point et à points multiples 118

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau synthèse des paramètres, appareils et laboratoires utilisés pour le suivi de la qualité de l'eau en 2011. 4

Tableau 2 : Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées. 8

Tableau 3 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le MDDEP. 10

Tableau 4 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Rémy, 2000). 11

Tableau 5 : Valeurs seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997). 12

Tableau 6 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 16

Tableau 7 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons. 24

Tableau 8 : Calcul de la charge de phosphore total pour la station E07 située sur la rivière des Hurons. 33

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 34

Tableau 10 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2011. 38

Tableau 11 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 41

Tableau 12 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson. 48

Tableau 13 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 54

Tableau 14 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune. 60

Tableau 15 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière du Berger d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 65

Tableau 16 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2011. 72

Tableau 17 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Lorette d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 78

Tableau 18 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Lorette en 2011. 83

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station. 87

Tableau 20 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011. 94

Tableau 21 : Tableau des recommandations. 102

Tableau 22 : Laboratoire et appareils utilisés de 2007 à 2010. 107

Liste des photos

Photos 1 : Travaux au kilomètre 73 en mai 2011 (1); travaux au kilomètre 67 en août 2011 (2 et 3); érosion au chemin Whalen en mai 2011 (4). 31

Photos 2 : Travaux sur la rue Hamon (rivière Nelson) lors de la construction d'un bassin de rétention (1); stabilisation de la berge suite à une plainte (2); érosion des berges du ruisseau Savard dans le secteur du golf désaffecté de Val-Bélair (3); remblai dans le ruisseau Savard par un particulier (4). 51

Photos 3 : Effondrements dans la côte de la sucrerie à Charlesbourg ayant affecté la rivière Jaune en amont de la station E28, en mai 2011. 63

Photos 4 : Déversement de sable contaminé (1) dans la rivière du Berger (2) à la station P06RB....76

Photos 5 : Aspect habituel de la rivière Lorette à la station P02RL (1) et BQ14 (2)....85

Photos 6 : Évolution amont-aval de la rivière Saint-Charles; station E04 (1), BQ03 (2) et BQ17 (3)....98

1 Introduction

En 2007 et 2008, dans le cadre de l'*Étude limnologique du haut-bassin 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 versant de la rivière Saint-Charles. Avant 2007, les données disponibles étaient ponctuelles et dispersées sur le territoire.

Les campagnes d'échantillonnage de 2007 et 2008 ont révélé que, globalement, la qualité de l'eau des rivières du haut-bassin est bonne ou satisfaisante selon l'indice de qualité bactériologique et physico-chimique (IQBP) de l'eau pour les paramètres étudiés, mais que des épisodes de contamination d'intensités variables ont lieu dans la plupart des cours d'eau étudiés. Par exemple, des contaminations importantes en CF ont été constatées dans plusieurs petits cours d'eau du territoire, ainsi que dans les rivières Jaune et 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 et en 2010 (APEL, 2010 et 2011) afin d'améliorer le portrait de la qualité de l'eau des rivières et d'assurer une surveillance du territoire du haut-bassin de la rivière Saint-Charles. Parallèlement, des enquêtes approfondies ont été réalisées en 2010 (ruisseaux des Eaux Fraîches, Plamondon et Leclerc) et en 2011 (ruisseaux Savard et du Valet). Ces enquêtes ont permis de cerner les sources de contamination observées lors de l'étude limnologique et du suivi des rivières.

Afin de planifier le suivi des rivières à long terme, un programme de suivi de la qualité de l'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Saint-Charles a été proposé en 2010 (Behmel, 2010). Ce programme prévoyait une planification spatio-temporelle du suivi de la qualité de l'eau des rivières et des lacs du bassin versant de la rivière Saint-Charles sur un premier cycle de six ans (2011-2016). Le choix des stations d'échantillonnage, des paramètres, des fréquences et des récurrences a été fait suite à une revue de la littérature étoffée. Le programme de suivi constitue la suite du suivi des rivières entamé lors de l'étude limnologique et se base sur les recommandations de cette étude, ainsi que celles de l'*État de la situation du bassin versant de la prise d'eau de la rivière Saint-Charles* réalisé par Roche (2010).

Le programme de suivi proposait entre autres, pour 2011, de l'échantillonnage à 39 stations en rivière sur l'ensemble du territoire du bassin versant de la rivière Saint-Charles. Ces stations, visitées aux deux semaines, se situent sur les rivières du Berger, Lorette, Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, Nelson, Saint-Charles, des Trois Petits Lacs, sur la décharge du lac Delage, ainsi que sur les ruisseaux Savard, du Valet et des Eaux Fraîches.

Le choix des stations s'est fait selon une stratégie qui tient compte des objectifs spécifiques d'acquisition des connaissances sur la qualité de l'eau du bassin versant (voir aussi la figure 1) :

(1) Afin d'obtenir un portrait global de la qualité de l'eau, nous avons positionné des stations en aval de chaque bassin versant et de chaque rivière d'importance (stations intégratrices).

(2) Dans le but d'identifier des sources potentielles de contamination de l'eau, nous avons sectionné les rivières en fonction de l'utilisation du territoire et des sources de pollution connues.

(3) Par mesure de prévention, nous avons positionné des stations pour un suivi préventif de la qualité de l'eau.

(4) Pour bien connaître les apports d'une rivière par rapport à une autre, nous avons employé la stratégie du triangle, c'est-à-dire positionner une station en aval et une en amont de la confluence.

(5) Dans l'intention de connaître les apports de phosphore des affluents du lac Saint-Charles, nous avons positionné des stations sur les principaux affluents soupçonnés d'apports en phosphore, juste avant que ceux-ci se jettent dans le lac.

(6) Nous avons tenu compte de l'importance relative du cours d'eau en fonction de son apport à la station de la prise d'eau potable située sur la rivière Saint-Charles (Château-d'Eau).

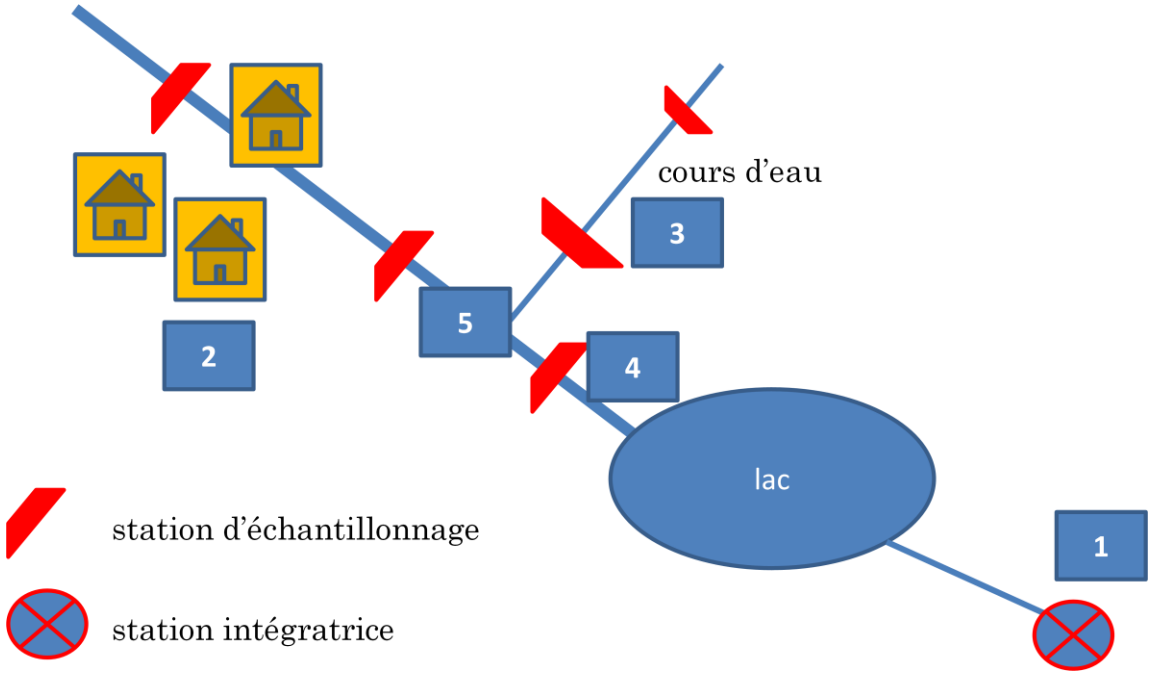

Figure 1 : Stratégies d'échantillonnage retenues par sous-bassin.

Le présent rapport dresse le portrait de la qualité de l'eau par bassin versant et l'analyse des données est structurée en fonction de la stratégie employée pour le choix des stations.

2 Méthodologie

2.1 Échantillonnage des cours d'eau

Les stations d'échantillonnage sont localisées sur la carte de la figure 2, sur le schéma de la figure 3 pour le bassin versant de Château-d'Eau, ainsi que sur la figure 4 pour le bassin versant en aval de Château-d'Eau.

Entre le 12 avril et le 15 novembre 2011, les 39 stations ont été visitées aux deux semaines pour un total de 16 visites par station. Il est à noter que la campagne d'échantillonnage s'étalait sur trois jours. Les stations faisant partie d'un même bassin versant étaient visitées dans la même journée. De plus, pour l'analyse des résultats, nous avons inclus des données mensuelles pour les stations BQ02, BQ03 et BQ17 provenant de la Banque de données sur la qualité du milieu aquatique (BQMA). Les stations BQ02 et BQ03 ont été visitées huit fois (d'avril à novembre) et la station BQ20 douze fois (à l'année).

La description plus détaillée des stations d'échantillonnage de la campagne 2011 peut être consultée aux tableaux 6, 9, 11, 13, 15, 17 et 19 de la section Analyse des résultats. On y retrouve notamment leur localisation et la justification de l'emplacement. Les stations d'échantillonnage ont été subdivisées par bassin versant; en ordre : rivière des Hurons, décharge du lac Delage, rivière Nelson, rivière Jaune, rivière du Berger, rivière Lorette et rivière Saint-Charles.

Le tableau 1 de la page suivante présente les paramètres analysés, ainsi que les appareils de mesure et les laboratoires utilisés pour les analyses. Concernant les appareils et les laboratoires utilisés avant 2011, veuillez consulter le tableau 22 à l'annexe 6.1.

Afin d'alléger le contenu de ce rapport, nous ne mentionnerons les résultats et les analyses des données que s'ils se sont avérés problématiques. Concernant les analyses de la turbidité, elles sont disponibles à l'annexe 6.3 aux fins de comparaison avec les données des MES qui sont traitées plus en détail dans ce rapport.

Enfin, les données de 2011 sont mises en relation avec les données des années précédentes seulement dans le cas où une amélioration ou une détérioration a pu être observée. Mentionnons que pour les années précédentes, les méthodes et les protocoles d'échantillonnage sont comparables à ceux utilisés en 2010. La nouveauté en 2011 est la contextualisation des données : plus d'informations ont été recueillies lors de l'échantillonnage, ce qui se reflète dans l'analyse des données de qualité de l'eau.

Tableau 1 : Tableau synthèse des paramètres, appareils et laboratoires utilisés pour le suivi de la qualité de l'eau en 2011.

Paramètres	À toutes les stations	À certaines stations	Prélèvement/Analyse
Débit		21 stations*	Vélocimètre/stations du CEHQ
Température ambiante	✔		Thermomètre
Température de l'eau	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Conductivité	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Oxygène dissous	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
pH	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Turbidité	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Chlorophylle *a*	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Ions chlorures	Lorsque la conductivité > 250 µS/cm (salinité moyenne)		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Phosphore total (trace)	✔		Laboratoire Ville de Québec
Matières en suspension	✔		Laboratoire Ville de Québec
Coliformes fécaux	✔		Laboratoire Ville de Québec
Azote total		24 stations**	Laboratoire Ville de Québec
Azote ammoniacal		24 stations**	Laboratoire Ville de Québec
Nitrites/Nitrates		24 stations**	Laboratoire Ville de Québec
*Pour trois stations, les données des stations hydrométriques du CEHQ ont été utilisées. **Stations intégratrices et stations témoins.			

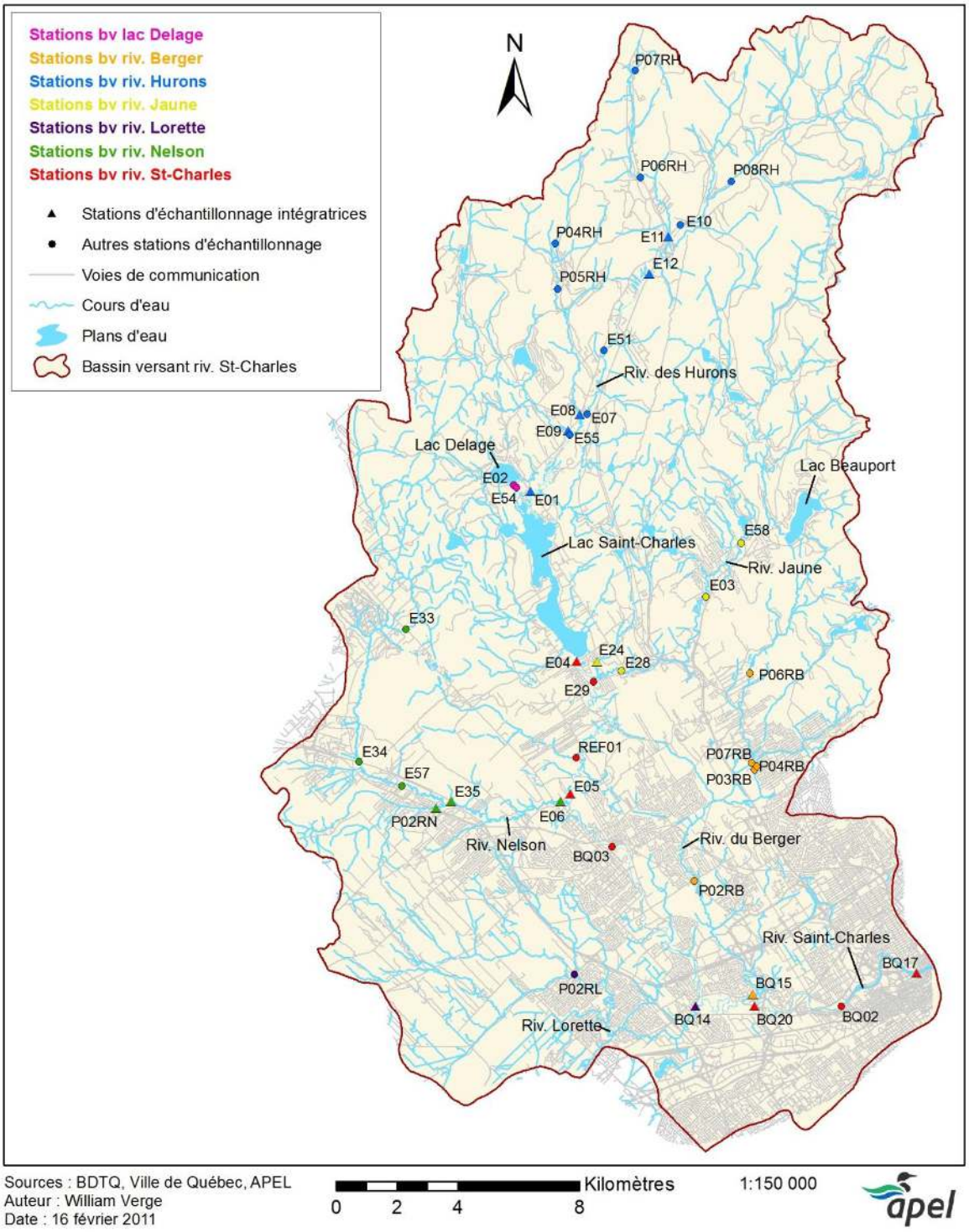

Figure 2 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage de 2011.

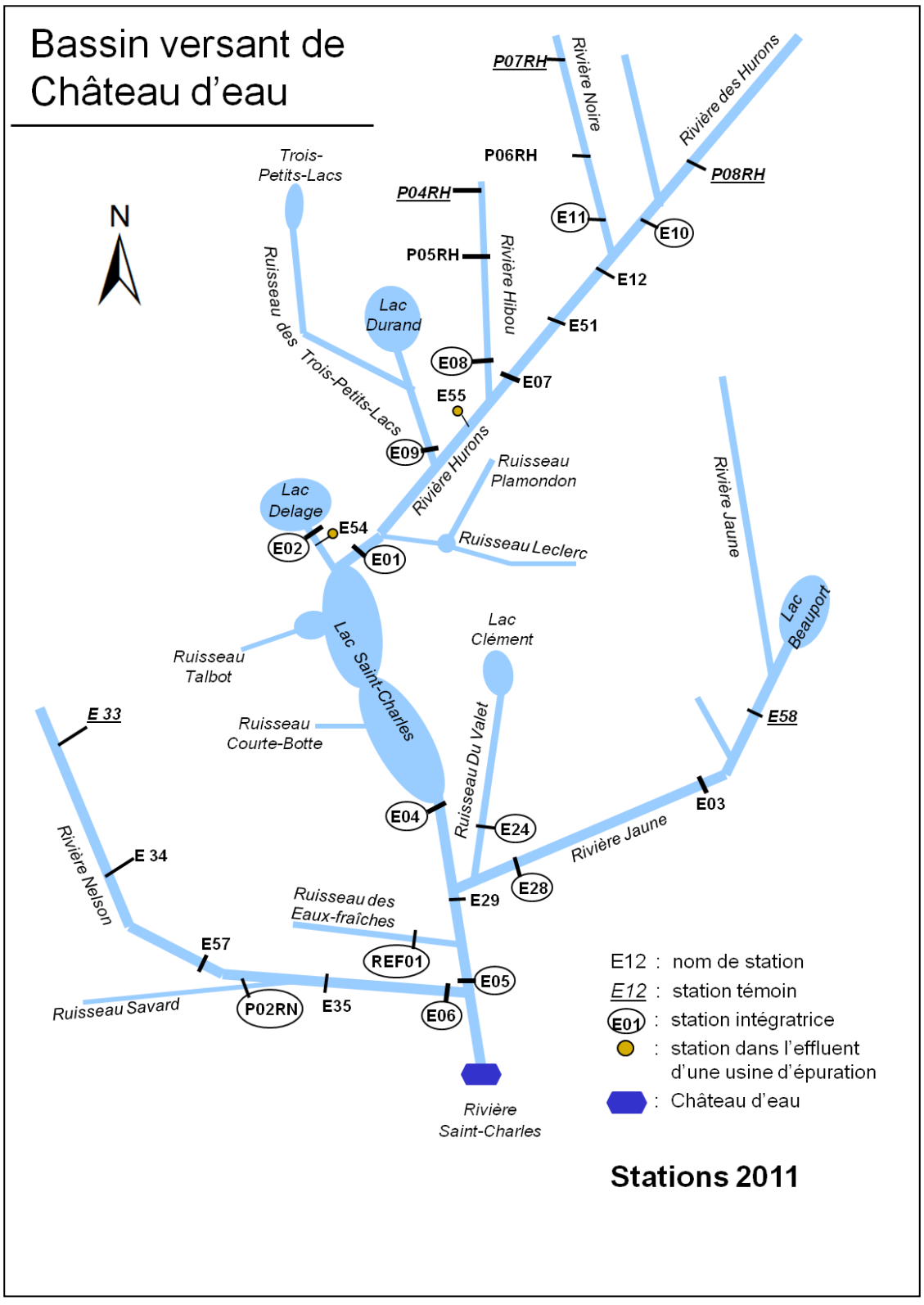

Figure 3 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin et localisation des stations d'échantillonnage.

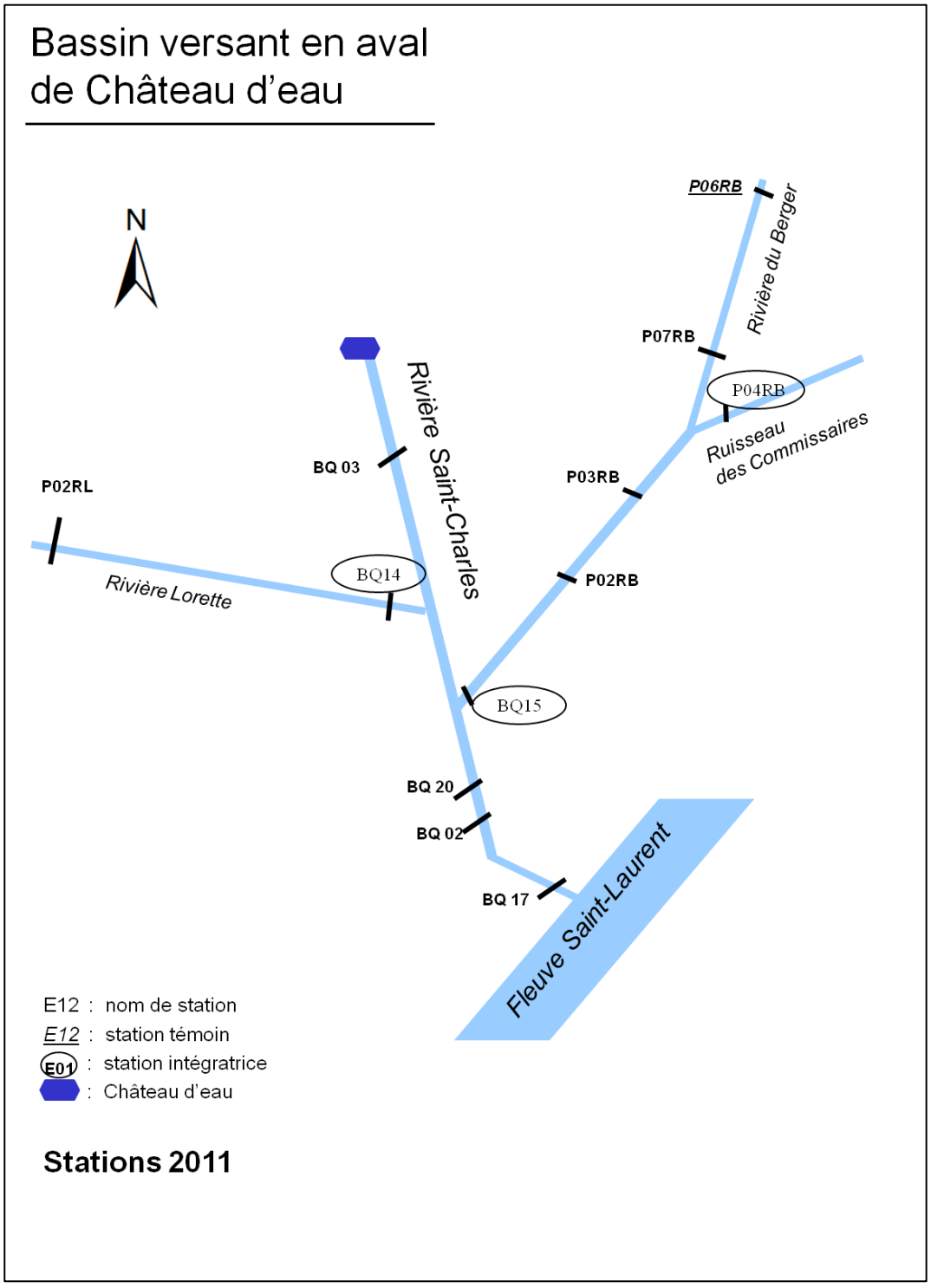

Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du bassin versant en aval de Château-d'Eau et localisation des stations d'échantillonnage.

2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit

La corrélation entre la pluviométrie et les données de qualité de l'eau a été réalisée sur une base qualitative et quantitative.

Une classe qualitative de temps de pluie a été attribuée à chaque journée d'échantillonnage (figure 5). Ceci a d'abord permis de viser un maximum d'échantillonnages par temps de pluie. L'objectif était d'atteindre au moins 50 % de l'échantillonnage en temps de pluie (figure 5). Cet objectif a été atteint.

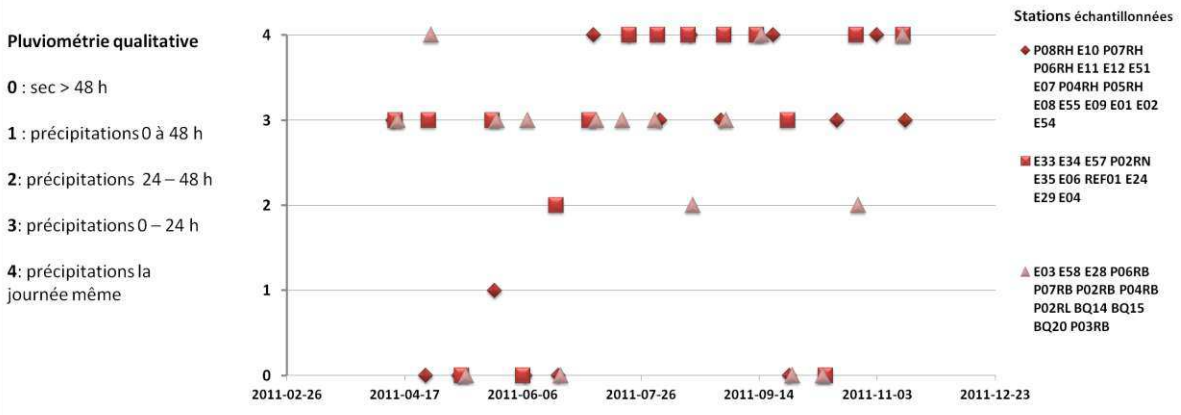

Figure 5 : Pluviométrie qualitative en fonction des groupes de stations échantillonnées la même journée en référence aux dates d'échantillonnage.

Les résultats de qualité de l'eau ont d'abord été comparés aux classes de précipitations qualitatives. Cette analyse simple a permis de vérifier rapidement si la pluie pouvait être en cause dans les cas de contamination.

De plus, les données de sept pluviomètres (tableau 2) opérés par la Ville de Québec couvrant le bassin versant étudié ont été utilisées pour valider l'observation qualitative de la pluie. Dans le cas où les données des stations pluviométriques ne correspondaient pas aux observations de terrain, nous avons priorisé les observations pour les analyses. Les pluies étant parfois ponctuelles, il est possible que certaines stations pluviométriques (notamment la U926) n'aient pas reçu les précipitations observées ailleurs sur le territoire. Or, dans la majorité des cas, les observations de terrain et les données des stations pluviométriques concordent (figures 5 et 46 à 52 à l'annexe 6.2).

Tableau 2 : Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées.

Station	Nom de la station et localisation	Stations d'échantillonnage associées
U926	Bassin de la rivière des Hurons. Stoneham-et-Tewkesbury; 1, chemin du Brûlis, caserne d'incendie de Stoneham.	P08RH, E10, P07RH, P06RH, E11, E12, E51, E07, P04RH, P05RH, E08, E55, E09, E01, E02, E54
U925	Bassin de la rivière Jaune. La Haute-St-Charles; 825, boulevard du Lac, Lac-Beauport.	E58, E03, E28, E24

U911	Poste Honfleur. Bassin de la rivière Nelson; 1644, rue de Honfleur.	E33, E34, E57, P02RN, E35
U901	Montchâtel. Bassin de la rivière Nelson et de la Saint Charles; 13500, rue Duhamel.	REF01, E29, E04, E05, E06
U910	Poste des Blaireaux. Bassin de la rivière du Berger; Charlesbourg; 5383, rue des Blaireaux.	P06RB, P07RB, P04RB, P03RB
U370	Estiembre. Bassin de la rivière du Berger; les Rivières; intersection des rues Estiembre et Pomérol.	P05RB, P02RB
U015	L'Ancienne-Lorette. Bassin de la rivière Lorette; Les Rivières; 4031, rue Valets.	P02RL, BQ14, BQ20

La définition quantitative utilisée pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau classe les précipitations en trois régimes :

- Temps sec : 0 à 4,9 mm dans les 24 heures précédant l'échantillonnage ou > 48 h sans précipitations;
- Faible pluie : 5 à 9,9 mm dans les 24 heures précédant l'échantillonnage;
- Pluie : 10 mm ou plus dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage.

Concernant la mesure des débits, une méthode à points multiples a été appliquée pour 20 stations. C'est-à-dire que le courant a été mesuré à plusieurs points sur la largeur et la profondeur du cours d'eau, et ce, à des niveaux d'eau différents. Une courbe de tarage a ainsi pu être réalisée pour chaque station, de façon à la modéliser en fonction de la géométrie du lit de la rivière, de la hauteur d'eau et des conditions hydrauliques de l'écoulement. Ces mesures ont servi à convertir les données obtenues lors de la journée d'échantillonnage, où seulement la hauteur libre et le débit à un point ont été mesurés. Pour ce faire, l'aire transversale du cours d'eau a été évaluée et la vitesse d'écoulement a été mesurée au centre du lit d'écoulement la journée même de l'échantillonnage (soit avec un courantomètre ou des flotteurs). Certaines données de débit instantané ont pu être converties grâce à la courbe de tarage (méthode à points multiples) de la station lorsque c'était possible. D'autres l'ont été grâce à une corrélation entre le débit à un point au courantomètre et le débit à points multiples. Finalement, les débits calculés à l'aide de flotteurs ont aussi été corrigés selon leur corrélation avec les débits à points multipless. Ainsi, les débits ont pu être évalués d'une manière plus précise en 2011 (veuillez consulter l'annexe 6.4 pour plus de détails).

Pour les stations E07[1] sur la rivière des Hurons et E35 sur la rivière Nelson, les débits journaliers moyens (pris aux 15 minutes) 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 lorsque $n \geq 15$ (n = nombre de données). Cette

[1] Le débit a été corrigé (*6,4%) pour la station E07 conformément à la différence de grandeur de bassin de drainage de cette station par rapport à celle de la station CEHQ #050916 (située à la station E51).

analyse nous a permis de déterminer si la concentration de contaminants était attribuable au débit élevé seulement; et s'il y avait une concentration élevée en continu ou 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.

Finalement, un portrait global des précipitations de l'année 2011 a été dressé à l'aide des données des précipitations mensuelles enregistrées à l'aéroport Jean-Lesage par Environnement Canada pour la période de novembre à octobre de chaque année depuis 2007. 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 déceler des contaminations dans les rivières étudiées, les données de qualité de l'eau obtenues en 2011 ont été comparées à des critères reconnus pour les rivières du Québec. Les valeurs seuils des classes de l'IQBP 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 3 et 5. Le seuil utilisé pour l'azote total a été établi selon les critères du MDDEP (2012). Lorsque la concentration d'azote est supérieure à 1 mg/L., l'hypothèse d'une surfertilisation du milieu aquatique peut être avancée.

Afin de pouvoir évaluer la performance des stations d'épuration des eaux usées, des seuils proposés par le MDDEP et la littérature (Schwoerbel & Brendelberger, 2005) ont été utilisés.

En outre, pour évaluer la conductivité spécifique, nous avons utilisé le classement proposé par Pott & Remy (2000) pour l'analyse des boîtes à moustaches (tableau 4).

Concernant la cartographie de l'évolution de la conductivité dans le bassin versant, un classement selon une méthode manuelle proposé par le logiciel ArcGIS a été utilisé afin de pouvoir bien illustrer l'évolution spatiale.

Tableau 3 : 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.

Tableau 4 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Rémy, 2000).

Conductivité (µS/cm)		
Oligotrophe	< 150	**Note :** Une augmentation amont-aval de la conductivité est en partie due à l'augmentation naturelle de la charge ionique et des contaminants. La corrélation entre les ions chlorures et la conductivité a pu être observée seulement pour le ruisseau du Valet (APEL, 2011).
Mésotrophe	150 - 250	
Eutrophe	250 - 400	
Poly à hypereutrophe	> 400	
Possiblement haline	> 1000	

Tableau 5 : 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	Chlorophylle *a* mg/L	Turbidité NTU	Nitrites et nitrates mg/L	Azote ammoniacal mg/L
Bonne	≤ 200	≤ 30	≤ 6	88 - 124	6,9 - 8,6	≤ 5,7	≤ 2,3	≤ 0,5	≤ 0,23
Satisfaisante	201 - 1000	31 - 50	7 - 13	80 - 87 ou 125 - 130	6,5 - 6,8 ou 8,7 - 9,0	5,71 - 8,6	2,4 - 5,2	0,51 - 1,0	0,24 - 0,5
Douteuse	1001 - 2000	51 - 100	14 - 24	70 - 79 ou 131 - 140	6,2 - 6,4 ou 9,1 - 9,3	8,61 - 11,1	5,3 - 9,6	1,01 - 2,0	0,51 - 0,9
Mauvaise	2001 - 3500	101 - 200	25 - 41	55 - 69 ou 141 - 150	5,8 - 6,1 ou 9,4 - 9,6	11,1 - 13,9	9,7 - 18,4	2,01 - 5,0	0,91 - 1,5
Très mauvaise	> 3500	> 200	> 41	< 55 ou > 150	< 5,8 ou > 9,6	> 13,9	> 18,4	> 5,0	> 1,5

3 Régimes de précipitations et de débits 2011

Les précipitations de l'hiver 2010-2011 et du printemps 2011 ont été importantes en comparaison avec l'année précédente qui avait été particulièrement aride. En fait, les régimes de précipitations et de débits de 2011 se rapprochaient plutôt de ce qui avait été observé lors du suivi des rivières de 2007 à 2009.

En 2011, les débits des rivières sont restés relativement élevés (surtout en comparaison à 2010) durant presque toute la saison d'échantillonnage. Les niveaux d'eau ont baissé seulement de la fin juillet à la mi-août 2011, à la mi-septembre, ainsi qu'au début novembre. Dans ces conditions, aucune période d'étiage sévère n'a été observée (figures 6 et 7).

Il est à noter que 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 2011 représente bien l'hydrologie des autres rivières du bassin versant à l'étude cette année.

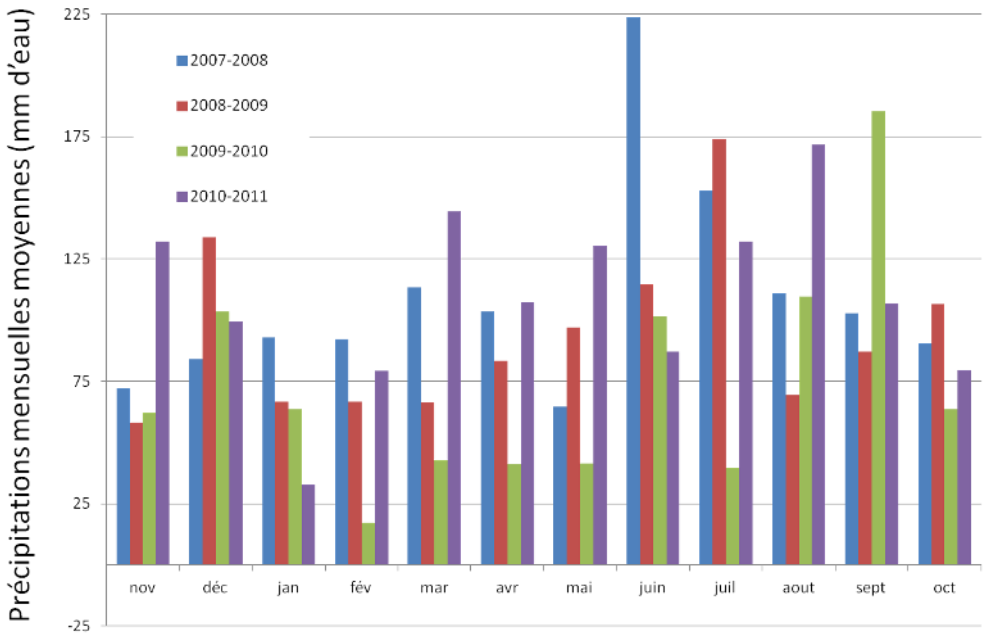

Figure 6 : Précipitations mensuelles lors des mois d'hivers et de printemps 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010 et 2010-2011. Données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage.

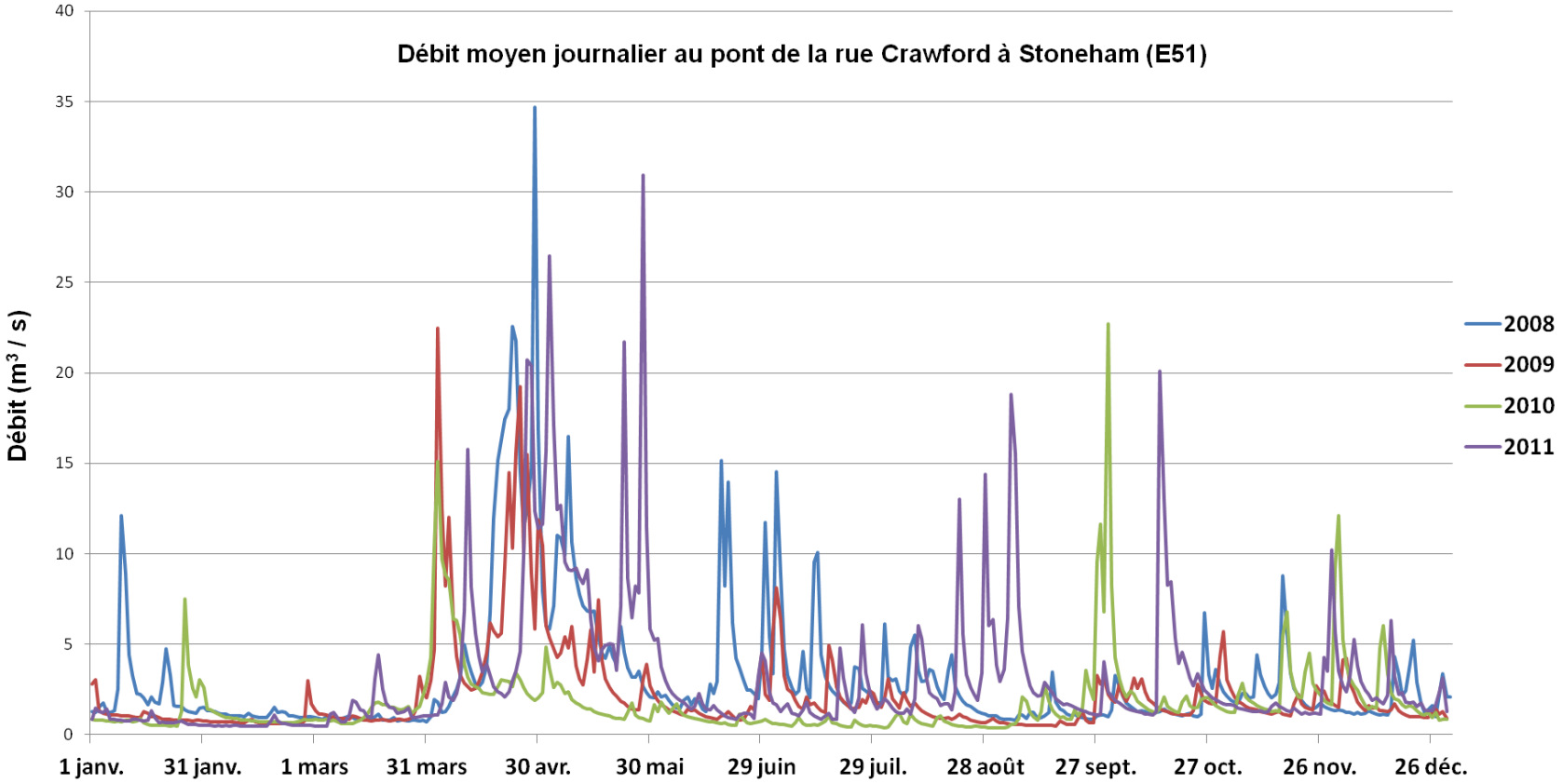

Figure 7 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons de 2008 à 2011.

4 Analyse des résultats

La figure 8 présente les moyennes de conductivité mesurées dans l'ensemble du bassin versant. Chaque rivière a une problématique spécifique (décrite dans les sections suivantes) et la conductivité, ce paramètre intégrateur, permet de suivre les changements amont-aval qui s'opèrent dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles.

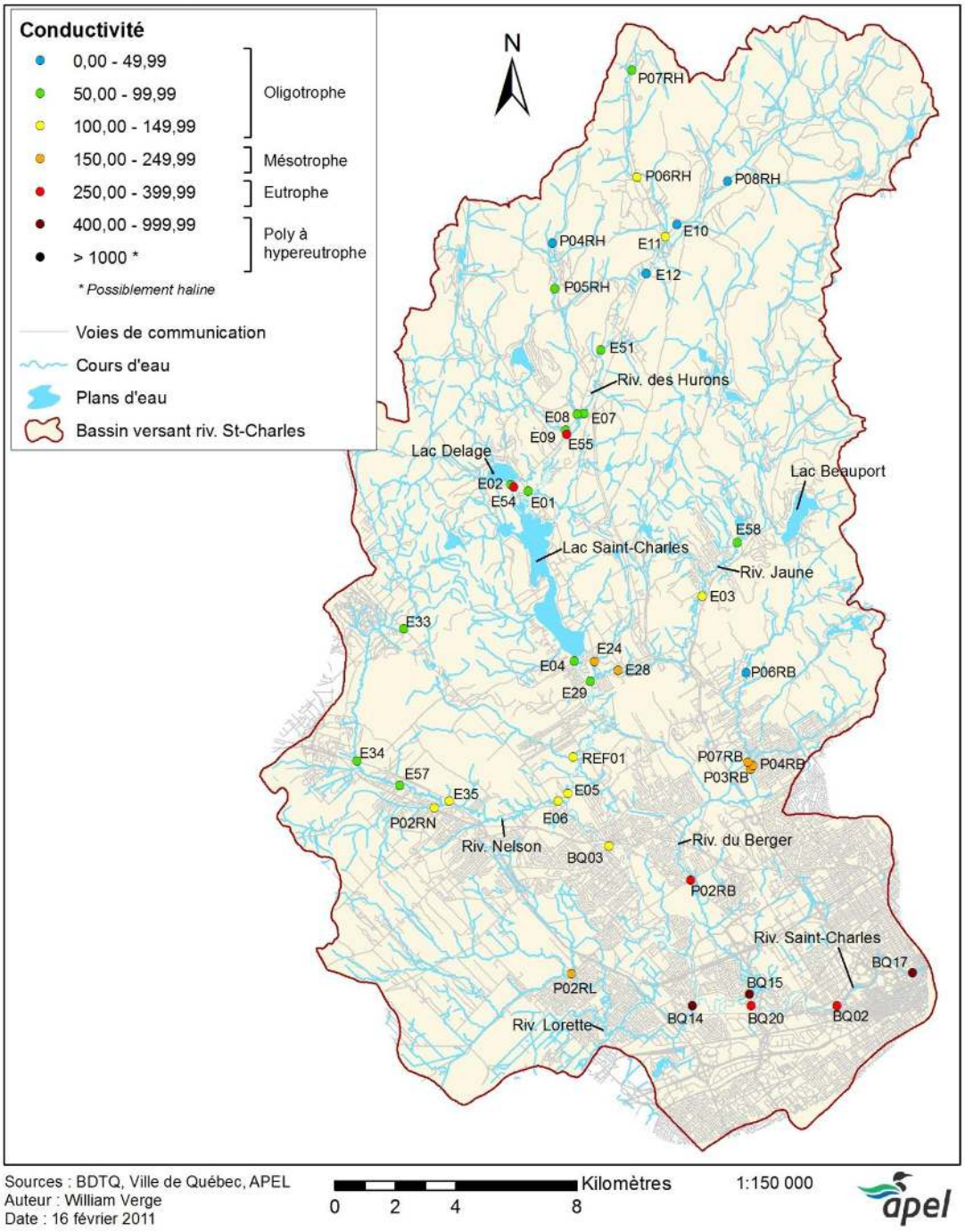

Figure 8 : Moyennes des valeurs de conductivité dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011.

4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

Le tableau 6 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière des Hurons (d'amont en aval). Il inclut la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau 6, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 6 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P08RH	Des Hurons	Station témoin en amont de la rivière des Hurons (vérification de l'état naturel).	Au bout de la rue de la Presqu'île (terrain privé).
E10	Des Hurons	Station en amont de la confluence avec la rivière Noire, suivi des travaux de l'autoroute 73 (2010-2013) et suivi des sels de voiries prévu après la mise en service de l'autoroute (section de la rivière).	Chemin Whalen, sur le bord de l'ancien pont (détruit au printemps 2011), en aval du nouveau pont de l'autoroute 73 (construit en 2010).
P07RH	Noire	Station témoin en amont de la rivière Noire (vérification de l'état naturel).	Sur le boul. Talbot, direction nord, tourner à gauche dans l'entrée privée du 3141 (non loin après le kilomètre 70).
P06RH	Noire	Connaître la qualité de l'eau à mi-chemin entre la station témoin (P07RH) et la station avant la confluence avec la rivière des Hurons (E11) (section de la rivière).	Boulevard Talbot.
E11	Noire	Station en amont de la croisée avec la rivière des Hurons. Suivi des apports des travaux de construction de l'autoroute 73 (2010-2013) et des sels de voirie après la mise en service de l'autoroute.	Chemin Saint-Edmond, à l'embouchure de la rivière Noire.
E12	Des Hurons	Station en aval de la croisée des rivières Noire et des Hurons (analyse du triangle) et section de la rivière des Hurons.	Boulevard Talbot, à 500 m en aval de la rivière Noire.
E51	Des Hurons	Station au centre d'une zone habitée (section de la rivière).	Sous le pont de la rue Crawford.

E07	Des Hurons	Station en amont de la confluence avec la rivière Hibou (analyse du triangle) et dans une zone habitée (section de la rivière).	Un peu en aval du pont de la route 371 au sud de Stoneham.
P04RH	Hibou	Station témoin en amont de la station touristique Stoneham. Connaître la qualité de l'eau en amont des zones habitées.	Chemin des Alpins, en amont de la station touristique Stoneham.
P05RH	Hibou	Connaître l'influence de la station touristique Stoneham sur la qualité de l'eau. Comparer avec les résultats de P04RH, située en amont de la station de ski (section de la rivière).	Chemin du Bon-Air.
E08	Hibou	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Hibou avant qu'elle se jette dans la rivière des Hurons (analyse du triangle).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne.
E55	Des Hurons	Effluent de l'usine d'épuration des eaux usées de Stoneham vers la rivière des Hurons. Quantifier les apports de la station d'épuration vers la rivière des Hurons.	Accès par un sentier partant du chemin de la Grande-Ligne à 50 m au nord de la rivière des Trois Petits Lacs.
E09	Trois Petits Lacs	Station en amont de la croisée avec la rivière des Hurons. Connaître la qualité de l'eau de la rivière des Trois Petits Lacs (analyse du triangle).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne.
E01	Des Hurons	Station la plus proche du lac Saint-Charles accessible sans bateau. Connaître les apports de la rivière des Hurons au lac Saint-Charles et l'ensemble de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière des Hurons (station intégratrice).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne, à côté des Marais du Nord.

Les figures 11 à 14 présentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP est recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

Le tableau 7 présente un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau par station du bassin versant de la rivière des Hurons. Les cartes des figures 9 et 10 présentent les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière des Hurons et les moyennes des données de qualité de l'eau les plus problématiques selon les classes proposées par le MDDEP et la littérature.

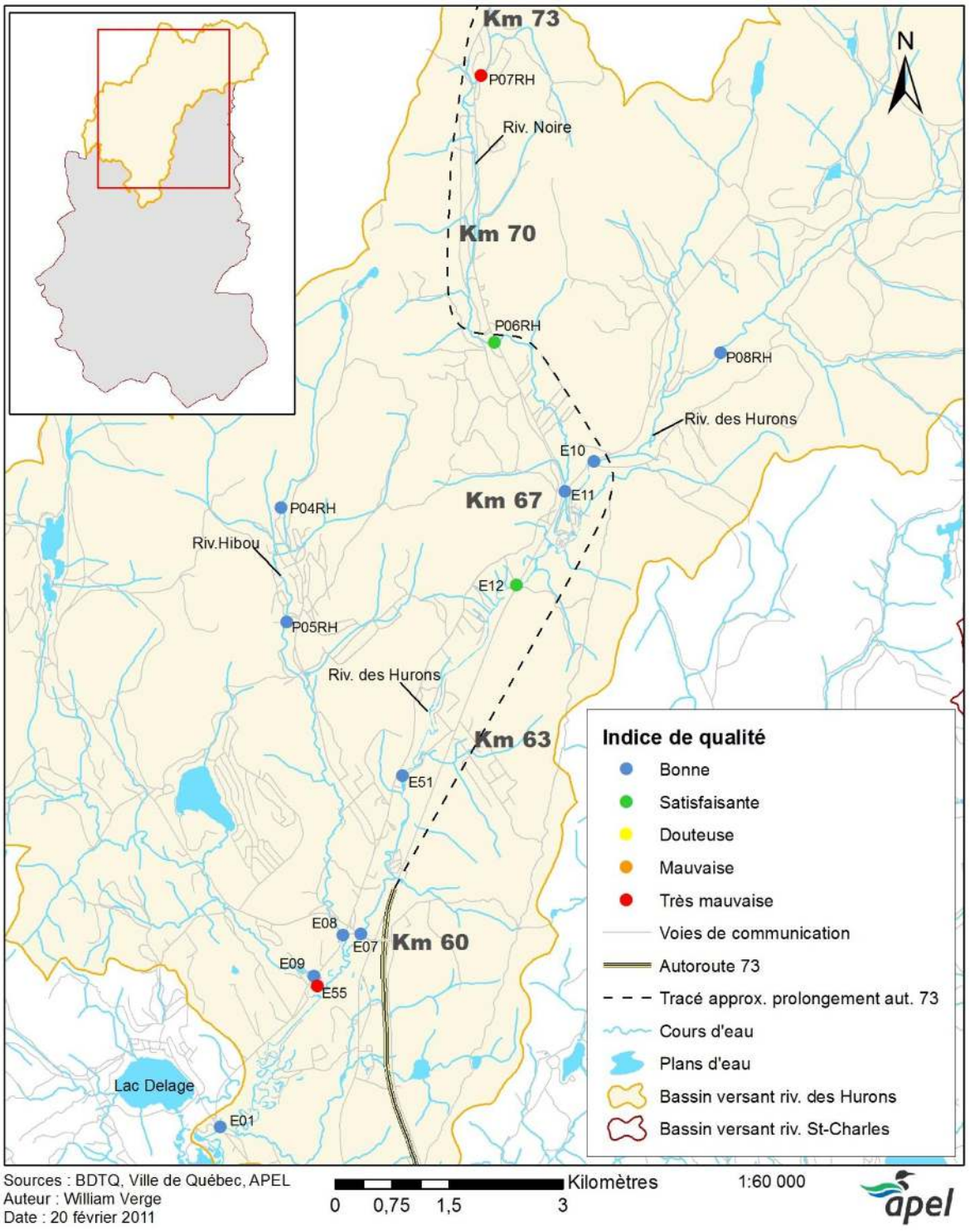

Figure 9 : Moyennes des valeurs de PT obtenues dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2011.

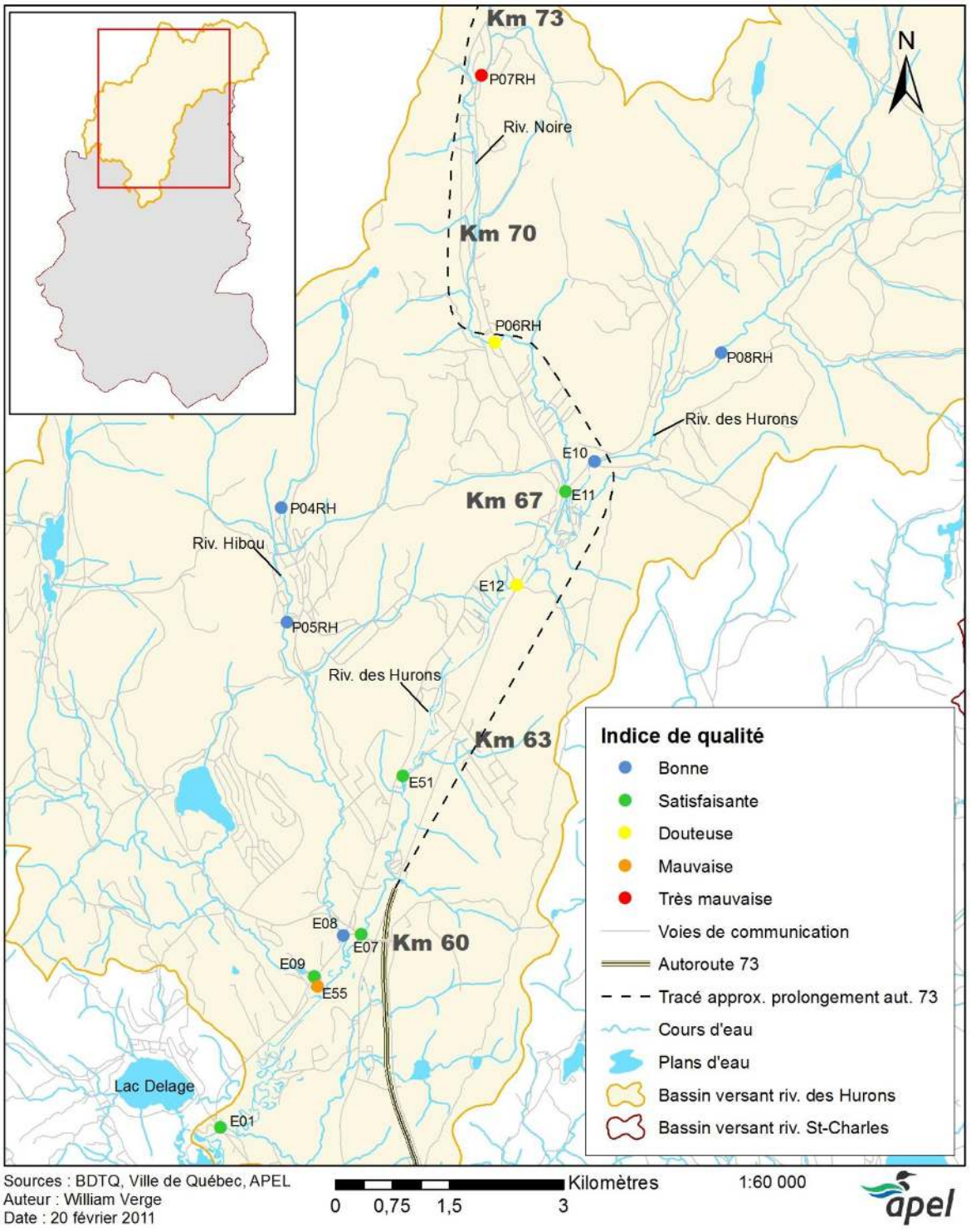

Figure 10 : Moyennes des valeurs de MES obtenues dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2011.

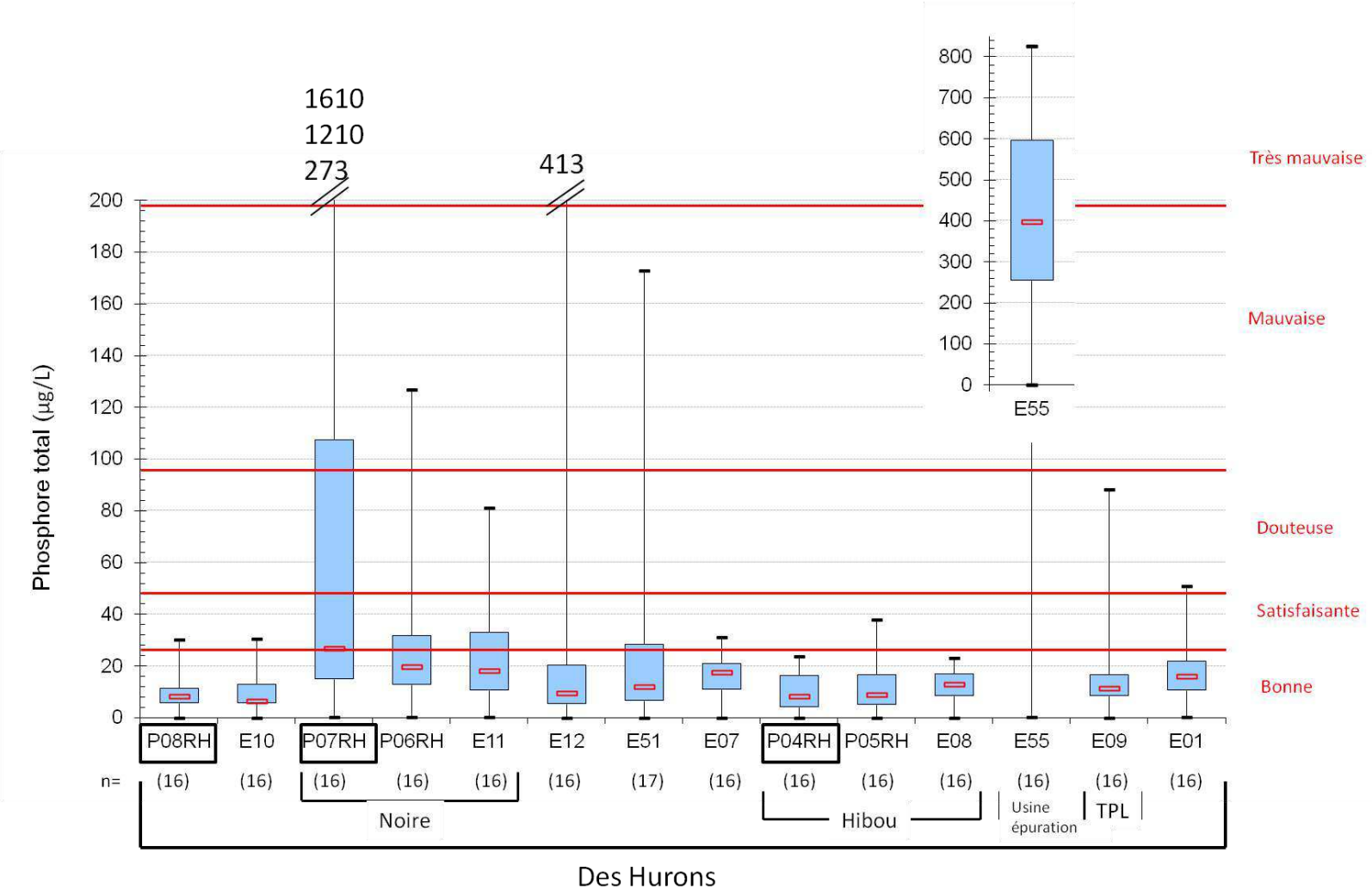

Figure 11 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.

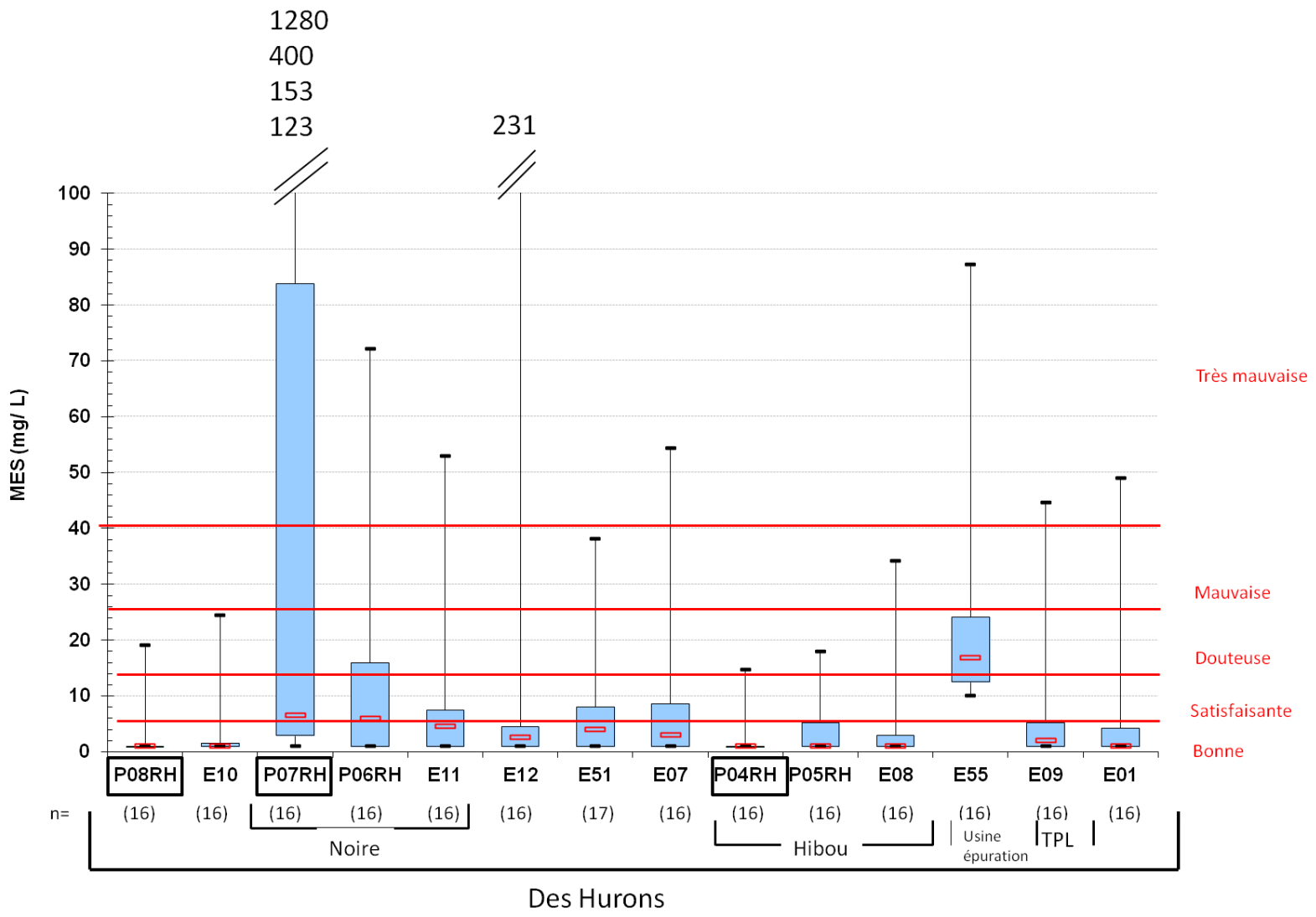

Figure 12 : Concentrations des MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.

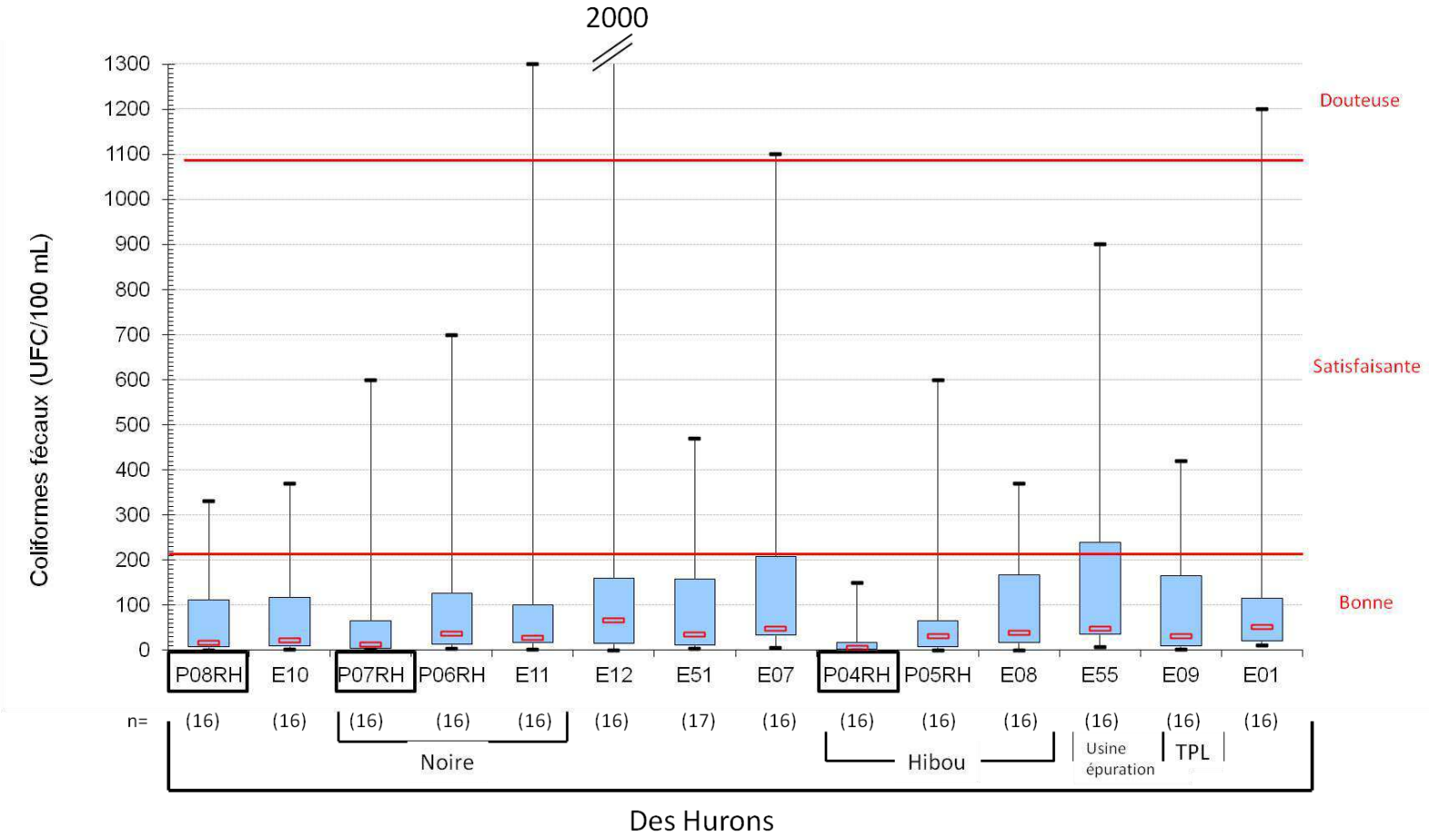

Figure 13 : Concentrations des CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.

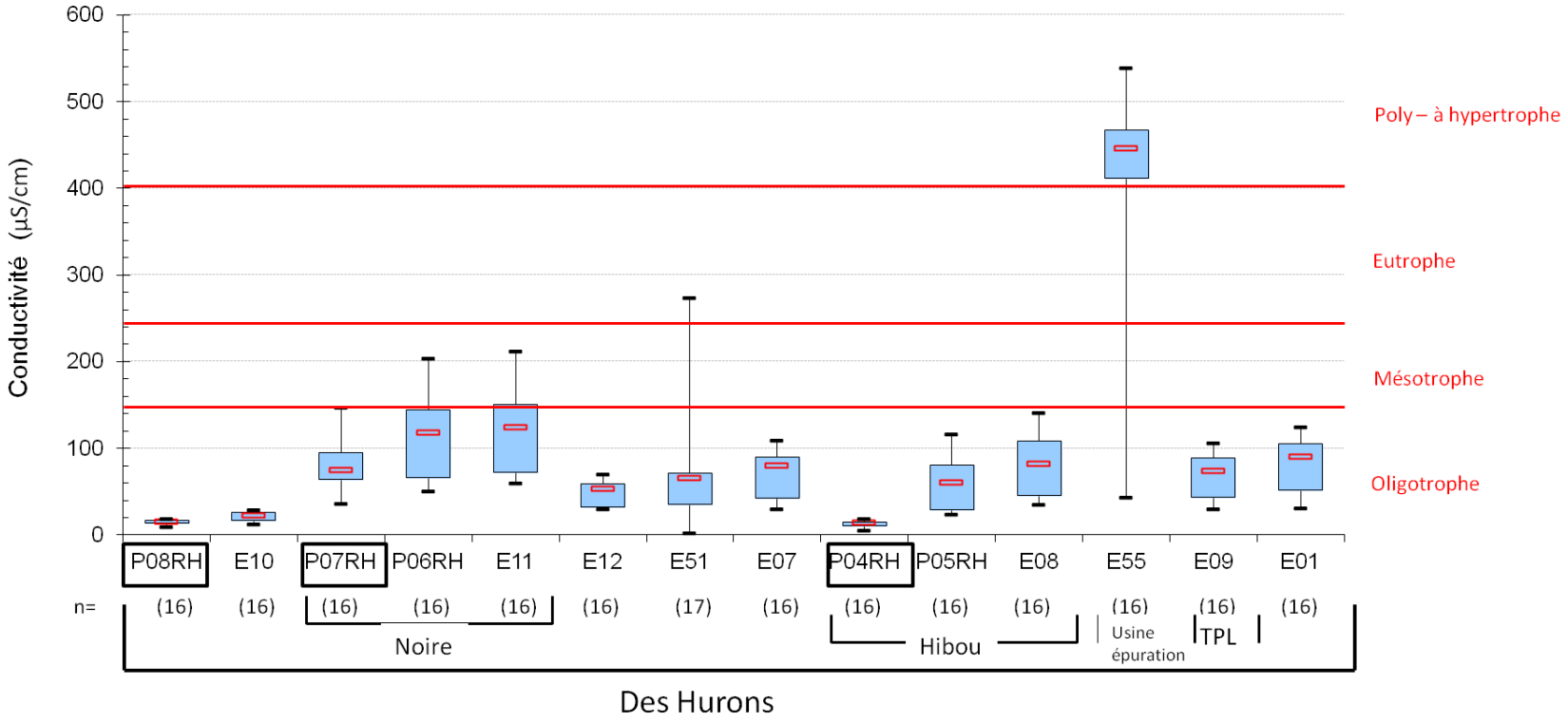

Figure 14 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2011.

Les résultats dépassant des seuils de qualité de l'eau sont listés, par paramètre, dans le tableau 7 pour chaque station d'échantillonnage du bassin versant de la rivière des Hurons, d'amont en aval.

Tableau 7 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[2]	Fréquence des dépassements	Dates	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P08RH **Des Hurons**	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16	21 juillet	PT : forte pluie et orage la veille. MES : fonte des neiges en début de saison.	Qualité d'eau généralement bonne. Les dépassements sont probablement attribuables à des causes naturelles (station témoin).
	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	12 avril		
E10 Des Hurons	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16	21 juillet	PT : forte pluie et orage la veille. MES : idem que PT et fonte des neiges en début de saison. Nous avons observé de l'érosion du fossé du chemin Whalen en juillet.	Qualité d'eau généralement bonne. Les dépassements sont en partie attribuables à des causes naturelles et en partie aux travaux du pont de l'autoroute 73 au-dessus du chemin Saint-Edmond et du fossé du chemin Whalen (photo 1).
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 21 juillet		
P07RH **Noire**	PT (> 30 µg/L)	n = 7/16 (valeurs allant jusqu'à 1610 µg/L en temps de pluie et de 1210 µg/L en temps sec)	25 mai 7 juin 7 juillet 21 juillet 3 août 16 août 29 août	PT et MES : très forte érosion du chantier de construction au kilomètre 73, en temps sec et en temps de pluie, vers un fossé en amont de la station P07RH. MES du 12 avril : fonte printanière. Azote total : plusieurs valeurs de 1 mg/L. Il est possible qu'un fossé de drainage longeant une ferme en amont contribue à ces valeurs.	Qualité d'eau généralement mauvaise à très mauvaise attribuable au chantier de construction de l'autoroute 73, confirmé par des visites de terrain avec le responsable environnemental du chantier et des analyses d'eau du secteur (figure 15 et photo 1).
	MES (> 13 mg/L)	n = 6/16 (valeur maximale : 1280 mg/L)	12 avril 26 avril 25 mai 7 juillet 21 juillet 29 août		

[2] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée a la figure 53 de l'annexe 6.3.

P06RH Noire	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16 (valeurs allant jusqu'à 127 µg/L en temps de pluie et en temps sec)	26 avril 10 mai 7 juin 21 juillet 16 août 29 août	PT et MES : érosion du chantier de construction aux kilomètres 73 et 67 en temps sec et en temps de pluie. MES du 12 avril : fonte printanière.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à très mauvaise. L'augmentation de la conductivité entre les stations P07RH et P06RH est notable. C'est un élément à surveiller lors du prochain suivi des rivières (photo 1).
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/16	12 avril 26 avril 21 juillet 16 août 29 août		
E11 Noire	PT (> 30 µg/L)	n = 5/16	26 avril 7 juillet 21 juillet 16 août 29 août	PT et MES : érosion du chantier de construction aux kilomètres 73 et 67 en temps sec et en temps de pluie. Des travaux en aval du kilomètre 73 pourraient également avoir contribué à ces valeurs, ainsi que le secteur un peu plus habité entre le kilomètre 67 et la station E11. MES du 12 avril : fonte printanière. CF : suite à un événement de pluie importante dans les deux cas. Possiblement liée aux installations septiques en amont.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à douteuse. Il serait opportun d'inspecter le secteur habité entre les stations P06RH et E11. La conductivité a également augmenté.
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	12 avril 21 juillet 29 août		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 2/16	21 juillet 29 août		
E12 Des Hurons	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16 (413 µg/L)	21 juillet	PT et MES : très forte érosion des chantiers de construction de l'autoroute 73 ayant affecté la	Qualité d'eau généralement satisfaisante à douteuse.

	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 21 juillet	rivière Noire (voir stations P06RH et P07RH). Aussi, érosion des chemins Whalen et Saint-Edmond combinée à une forte pluie et à un orage la veille. MES du 12 avril : fonte printanière. CF : soupçon du lessivage des installations septiques des terrains de camping en amont et apport de la rivière Noire (la station E10 sur la rivière des Hurons en amont de E12 n'ayant démontré aucun problème malgré la pluie).	Le camping a procédé à une réfection de son système septique à l'automne 2011. Les résultats du suivi des rivières en 2013 révéleront si une vérification des installations septiques du camping et du secteur en amont de la station E12 devrait être envisagée. La rivière des Hurons semble avoir une bonne capacité de dilution, car la conductivité est basse à cette station en comparaison aux valeurs obtenues pour la rivière Noire (E11).
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
E51 Des Hurons	PT (> 30 µg/L)	n = 4/16	16 juin 21 juin 16 août 29 août	MES et PT : dépassements en temps de pluie et en temps sec. Érosion aux chantiers de construction dans le secteur du mont Wright (hypothèse confirmée par le fait que ces dépassements n'ont pas été obtenus la même journée que ceux de la station en amont, E12). Le dépassement du 16 juin a été mesuré suite à l'appel d'un riverain ayant observé une turbidité anormale dans la rivière. L'origine de cette perturbation n'a pu être déterminée.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise. L'interprétation des données est en partie confirmée par le fait qu'en 2010, aucun dépassement des seuils n'a été observé à cette station. Le riverain a fait des observations d'eau trouble à des moments divers (même en temps sec) à plusieurs reprises durant l'été. Une station d'échantillonnage en continu, opérée par la Ville de Québec a été installée en aval (E07).
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	16 juin 16 août 29 août		

E07 Des Hurons	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16	29 août	PT : en temps de pluie. Fort orage la veille (queue d'Irène). MES : en avril dû à la fonte printanière, aux précipitations et aux travaux de l'autoroute (rivières Noire et des Hurons); et en novembre dû à un problème de gestion des eaux pluviales du chantier de l'autoroute à la hauteur du mont Wright (confirmé lors d'une visite de chantier la journée même). CF : suite à un temps de pluie important.	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Les travaux de l'autoroute semblent être responsables des dépassements observés à la station E07 pour les MES et le PT. Ceci semble se confirmer par les données de 2010, qui n'ont démontré aucun problème à cette station. Il sera important de suivre les coliformes fécaux à cette station, car aucune contamination n'a pu être observée en 2010.
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 3 novembre		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	29 août		
P04RH **Hibou**	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	12 avril	Fonte printanière et pluie.	Qualité d'eau bonne.
P05RH Hibou	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16 en temps de pluie	12 avril 21 juillet	PT et MES : fonte printanière et forte pluie. Peut-être un peu d'érosion en provenance du secteur du centre de ski de Stoneham. Augmentation significative de la conductivité entre les stations P04RH et P05RH.	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Les activités dans le secteur entre les stations P04RH et P05RH ont un impact certain sur la qualité de l'eau, qui doit être suivie (voir aussi station E08).
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 21 juillet		
E08 Hibou	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	7 juin	MES : événement de pluie. Une augmentation de l'azote total et des nitrites/nitrates entre les stations P04RH et E08 a pu être observée (il est à noter que cela	Qualité d'eau généralement bonne. Or, il faut suivre les paramètres d'azote total et des nitrites/nitrates dans cette rivière.

				ne s'applique pas aux valeurs de PT). La conductivité a également subi une augmentation constante entre les stations P04RH, P05RH et E08.	
E55 **Usine d'épuration**	PT (> 300 µg/L; seuil visé pour des usines en amont d'un lac considéré prioritaire)	n = 9/16	5 mai 7 juin 21 juin 6 juillet 3 août 16 août 20 septembre 27 septembre 17 octobre 15 novembre	Bien que les rejets de l'usine d'épuration des eaux usées ne dépassent pas les critères établis pour des usines existantes, les seuils visés pour des usines en amont d'un lac prioritaire sont dépassés 56 % du temps (MDDEP, 2011). Les apports en azote total sont considérés importants dans 75 % du temps.	Bien que l'usine de traitement des eaux usées respecte les normes du MDDEP de 2011 en tout temps et dépasse seulement 3 fois les nouvelles normes sur les MES, les quantités de phosphore et des composés azotés dépassent les quantités de rejet recommandées en amont d'un lac considéré prioritaire.
	PT (> 1000 µg/L; usines existantes) *	n = 0/16			
	MES (> 25 mg/L)*	n = 3 /16	21 juin 6 juillet 17 octobre		
	Azote total > 2-4 mg **	n = 12/15	Sauf : 12 avril 16 août 29 août		
E09 **Trois Petits Lacs**	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16	29 août	PT : fort orage la veille (queue d'Irène). MES : idem que PT et fonte	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Un suivi plus étroit de cette rivière
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 29 août		

	Azote total (> 1 mg/L)	n = 3 /16	21 juillet 20 septembre 15 novembre	printanière. Azote total et azote ammoniacal : en temps sec et en temps de pluie. Possibilité d'activité agricole en amont.	avec des stations additionnelles devrait être fait afin de déterminer la provenance des composés d'azote.
	Azote ammoniacal (> 0,5 mg/L N)	n = 2/16	21 juin 21 juillet		
E01 Des Hurons	PT (> 20 µg/L) ***	n = 5/16	16 avril 26 avril 25 mai 8 août 29 août 3 novembre	PT : en temps sec et en temps de pluie. Concentrations s'approchant du seuil de 20 µg/L pendant presque toute la saison. Attribuables à l'ensemble des apports des tributaires de la rivière des Hurons en temps de pluie et en temps sec. CF et MES : respectivement forts orages la veille et queue d'Irène. Azote total : en temps de pluie.	Qualité d'eau généralement bonne à douteuse. Bien que les seuils n'aient pas souvent été dépassés, cela ne veut pas dire pour autant que les charges en éléments nutritifs ne sont pas importantes. La rivière des Hurons a une grande capacité de dilution, la qualité de l'eau de la rivière ne se voit donc pas directement compromise, mais la charge totale risque d'affecter le lac Saint-Charles et de contribuer à son eutrophisation (tableau 8 charge de phosphore). Il est à noter qu'en 2011, il était difficile de différencier les apports dus à l'érosion des chantiers de l'autoroute de ceux observés les années précédentes (APEL, 2009, 2010, 2011).
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	12 avril 29 août		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 2/16	12 avril 29 août		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 1/16	3 août		

*Note : Les seuils pour le phosphore sont tirés du site Internet du MDDEP (2011). Les seuils pour le MES proviennent de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales (Stratégie) du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME) – Application des normes de performance (http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/index.htm). La stratégie propose comme normes de performance 25 mg/L pour les MES (peut-être plus s'il y a présence d'algues) et 25 mg/L pour la demande biochimique en oxygène après cinq jours, partie carbonée (DBO_5C), paramètre que nous n'avons pas mesuré. Pour les usines utilisant le chlore pour l'élimination des composés azotés, la norme est de > 0,02 mg/L de chlore résiduel total (CRT).

**Note : Les seuils pour l'azote total ont été tirés de Schwoerbel & Brendelberger (2005). Il s'agit ici des seuils proposés pour la protection des lacs.

***Note : Seuil pour la protection des lacs (MDDEP, 2011).

Nous avons échantillonné ces 4 stations le 4 mai 2011 pour les matières en suspension. Nous voulions vérifier l'impact des travaux de l'autoroute sur la rivière Noire et la capacité de dilution. Il est à noter que le mélange entre l'eau du fossé et de la rivière Noire était parfait à la station P07RH

Station	MES (mg/L)
P07RH – C	4
P07RH – A	235
P07RH – B	6
P07RH	39

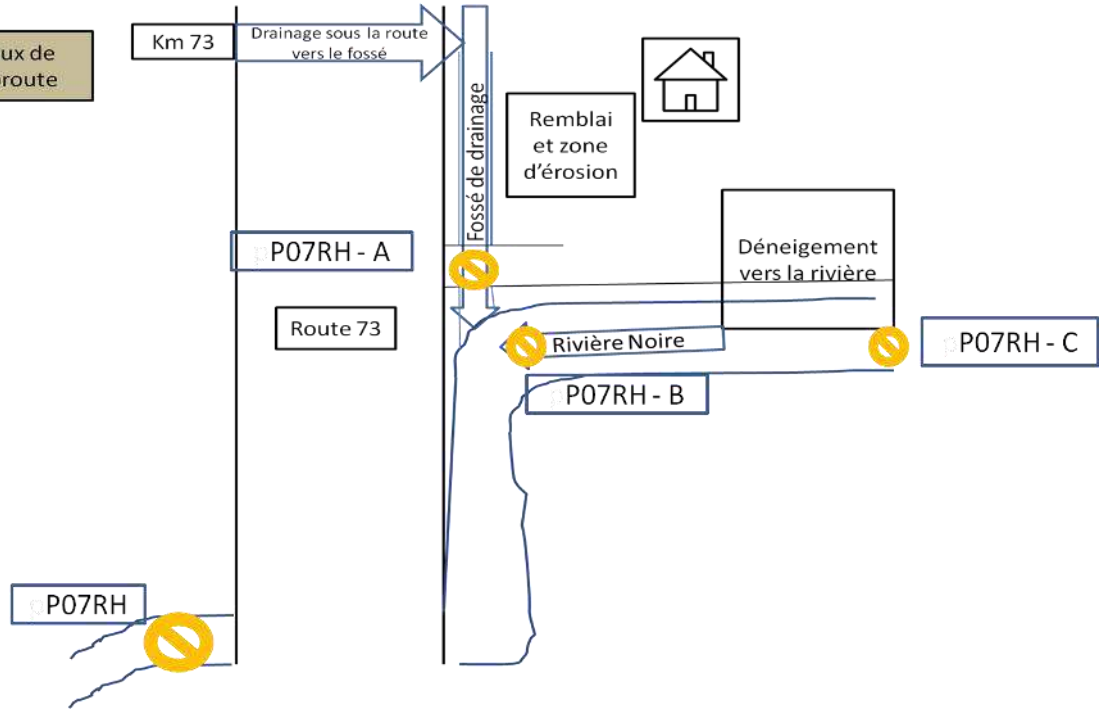

Figure 15 : Impact des travaux de l'autoroute 73 sur la rivière Noire (station P07RH) le 4 mai 2011. Il est à noter que le même phénomène explique la mauvaise qualité de l'eau à la station P07RH observable jusqu'à la mi-août (fin des travaux impactant la qualité de l'eau).

Photos 1 : Travaux au kilomètre 73 en mai 2011 (1); travaux au kilomètre 67 en août 2011 (2 et 3); érosion au chemin Whalen en mai 2011 (4).

4.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons

Les résultats des analyses démontrent que :

- La construction de l'autoroute 73 a été une cause importante des apports en PT et en MES dans la rivière Noire et, dans une moindre mesure, dans la rivière des Hurons durant l'été 2011, et ce, en temps sec et en temps de pluie. Notamment, le chantier au kilomètre 73 a été problématique, mais aussi le chantier au kilomètre 67 et au mont Wright (kilomètre 63) (figures 9 et 10). Il est à noter que les valeurs pour la turbidité correspondent aux valeurs des MES.
- Pour ces paramètres, une amélioration amont-aval par dilution et déposition peut être observée. Malgré cette amélioration, les apports en PT au lac Saint-Charles dépassent, dans 30 % des cas, la limite recommandée pour la protection de l'eutrophisation. Aussi, les apports en MES ont eu un impact sur la transparence du lac Saint-Charles au cours de l'été 2011 (cf. rapport d'étape de suivi des cyanobactéries (APEL, 2012; à venir).
- La qualité bactériologique de la rivière des Hurons et de ses tributaires est généralement satisfaisante. Or, des dépassements du seuil permis pour les sports de contacts

secondaires ont pu être observés en aval de la rivière Noire (E11), ainsi qu'aux stations E12 et E01 sur la rivière des Hurons. Ces dépassements ont eu lieu en temps de forte pluie seulement, et ce, aux mêmes journées pour les trois stations. Un lessivage d'installations septiques en amont peut en être la cause.

- Il est à noter qu'il y a eu des dépassements pour le seuil de la baignade (200 UFC/100 mL) à toutes les stations, sauf à la station P04RH. Les résultats de 2011 sont en continuité avec ceux de 2010.
- Les valeurs pour les nitrites/nitrates ne dépassent pas la limite de 1 mg/L pour une qualité de l'eau satisfaisante (IQBP). Or, une augmentation vers l'aval dans les rivières Noire, Hibou et Huron peut être observée. Les valeurs de la station E09 (rivière des Trois Petits Lacs) correspondent aux résultats obtenus en aval des autres rivières du bassin versant. Une dilution et/ou consommation des nitrites/nitrates peut être observée à la station E01.
- Les valeurs d'azote ammoniacal correspondant à une qualité de l'eau satisfaisante (> 0,5 mg/L) sont dépassées seulement à la station E09 (rivière des Trois Petits Lacs). Bien qu'il n'y ait pas de dépassements, une augmentation amont-aval peut être observée pour les autres rivières.
- L'azote total s'approche et dépasse le seuil de 1 mg/L pour plusieurs stations, notamment pour la station E09 (rivière des Trois Petits Lacs). Un tel dépassement est considéré comme indicateur d'une problématique de surfertilisation dans le milieu (MDDEP, 2012). Le dépassement à la station E01 pourrait donc être attribuable (en partie) à la station d'épuration et à la rivière des Trois Petits Lacs. La présence de barrages de castors dans le secteur pourrait également être un facteur contribuant à ces valeurs (décomposition de la matière organique).
- La conductivité augmente vers l'aval des rivières du bassin versant de la rivière des Hurons. Ainsi, bien qu'il ait une amélioration amont-aval pour les paramètres tels que les MES, le PT et la turbidité, une augmentation de la conductivité peut être observée. Ceci démontre une augmentation générale de la charge ionique.
- L'usine d'épuration des eaux usées de Stoneham (E55) a un système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique. L'usine respecte les normes actuelles concernant les rejets de PT, de MES et de CF pour ce genre d'installation. Les concentrations de PT rejetées ont toutefois été supérieures à celles observées en 2010 (2010 : < 400 µg/L). Les valeurs s'approchaient de la norme de 1 mg/L actuellement en vigueur pour 50 % des échantillons. Les résultats dépassaient dans 62,5 % des cas le seuil de 300 µg/L recommandé par le MDDEP pour le rejet de PT en amont de lacs prioritaires. En outre, les rejets des composés azotés de cette usine sont assez importants et dépassent dans 80 % des cas les seuils maximaux recommandés dans la littérature pour une usine de traitement en amont d'un lac.
- La station E07 est associée à une station hydrométrique qui mesure le débit en continu. À cette station, il a été possible de calculer la concentration de PT de la rivière des Hurons en fonction du débit instantané (tableau 8). De manière générale, les apports moyens en PT dans la rivière des Hurons semblent avoir augmenté en 2010 comparativement aux

années précédentes, puis rebaissé en 2011. Cependant, en calculant la charge instantanée moyenne, il en ressort que les valeurs ont augmenté d'année en année. Les valeurs en 2010 étaient très élevées, mais puisque le suivi de la rivière Noire s'est fait seulement à partir de l'automne, une corrélation entre les travaux de l'autoroute 73 et cette charge importante ne peut être établie hors de tout doute. Or, la charge en 2011 est encore très importante comparativement à l'année 2009. En 2011, la charge a pu être corrélée avec les travaux de l'autoroute.

Tableau 8 : Calcul de la charge de phosphore total pour la station E07 située sur la rivière des Hurons.

Année	PT moyen (µg/L)	Débit instantané moyen (m^3/s)	Charge instantanée moyenne (µg/s)
2009	21,8	1,80	59419
2010	29,5	1,66	74833
2011	17,1	3,98	82331

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

Note: La charge instantanée moyenne est la moyenne des échantillons recueillis lors des campagnes d'échantillonnage (n = 15). La formule utilisée est la suivante:

$$\textbf{Charge instantanée moyenne} = \frac{1}{n} * 1.064 * 1000 \sum_{i=1}^{n} C_i * Q_i$$

où **n = nombre d'échantillons**
C = concentration du phosphore total (µg/L)
Q = débit instantané (m^3/s)
1000 est le facteur de conversion de litres à mètres cubes
1,064 est un coefficient de correction du débit

*Le débit a été corrigé (*6,4 %) pour la station E07 conformément à la différence de grandeur de bassin de drainage de cette station par rapport à celle de la station CEHQ #050916 (située à la station E51).*

Bassin versant du lac Delage

Le tableau 9 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant du lac Delage, la justification des stations, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés.

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E02	Décharge du lac Delage	Connaître les apports du lac Delage dans le lac Saint-Charles.	Sur le petit pont à la décharge du lac Delage.
E54	En aval de la décharge du lac Delage	Rejets de l'usine d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage. Quantifier les apports de la station d'épuration vers le lac Saint-Charles.	Sur le site même de l'usine d'épuration, à la sortie.

Les figures 17 et 18 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport. La figure 16 présente la localisation des stations d'échantillonnage et les valeurs moyennes en PT à ces stations. Le tableau 10 présente un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau par station dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

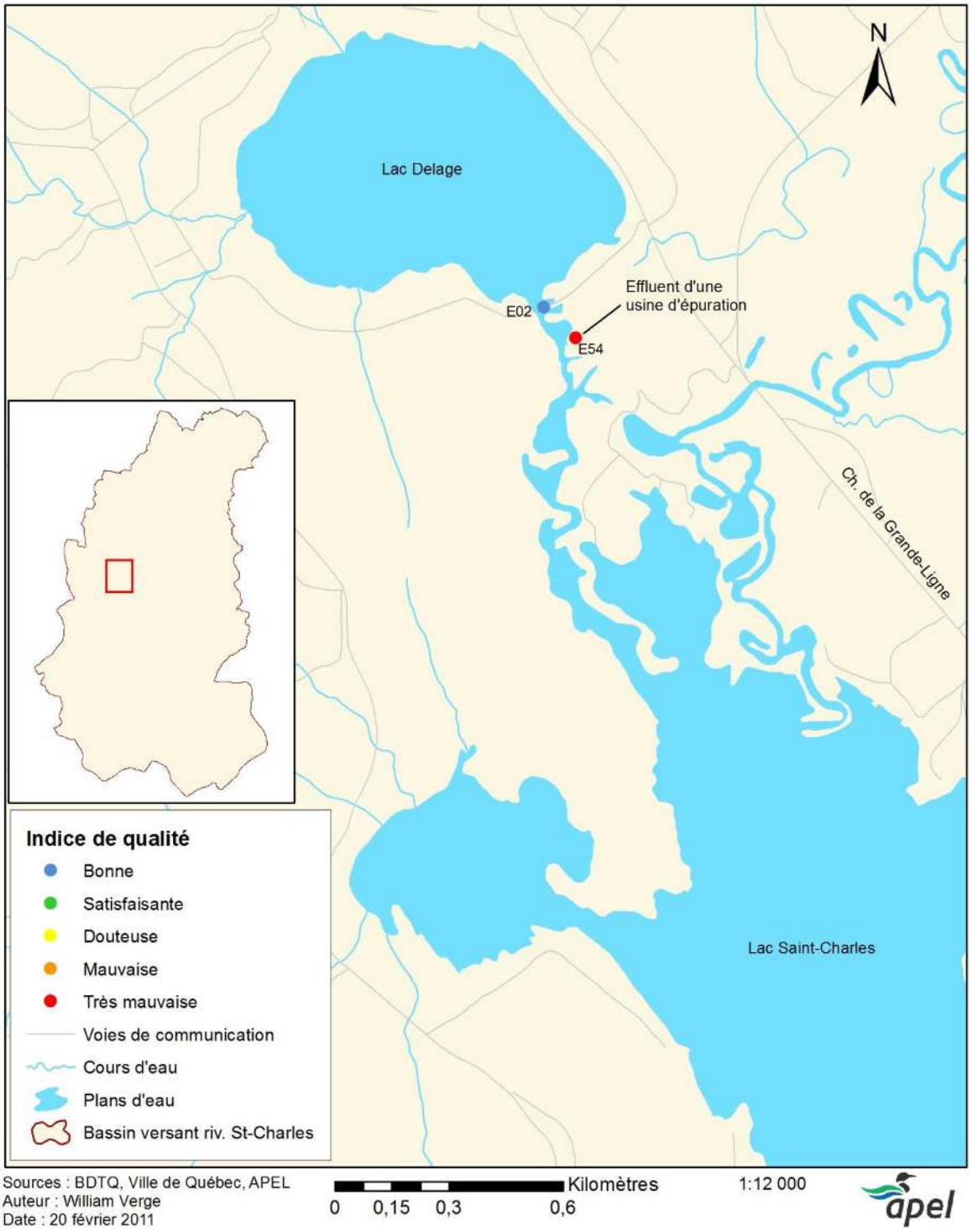

Figure 16 : Moyennes des valeurs de PT obtenues dans le bassin versant du lac Delage en 2011.

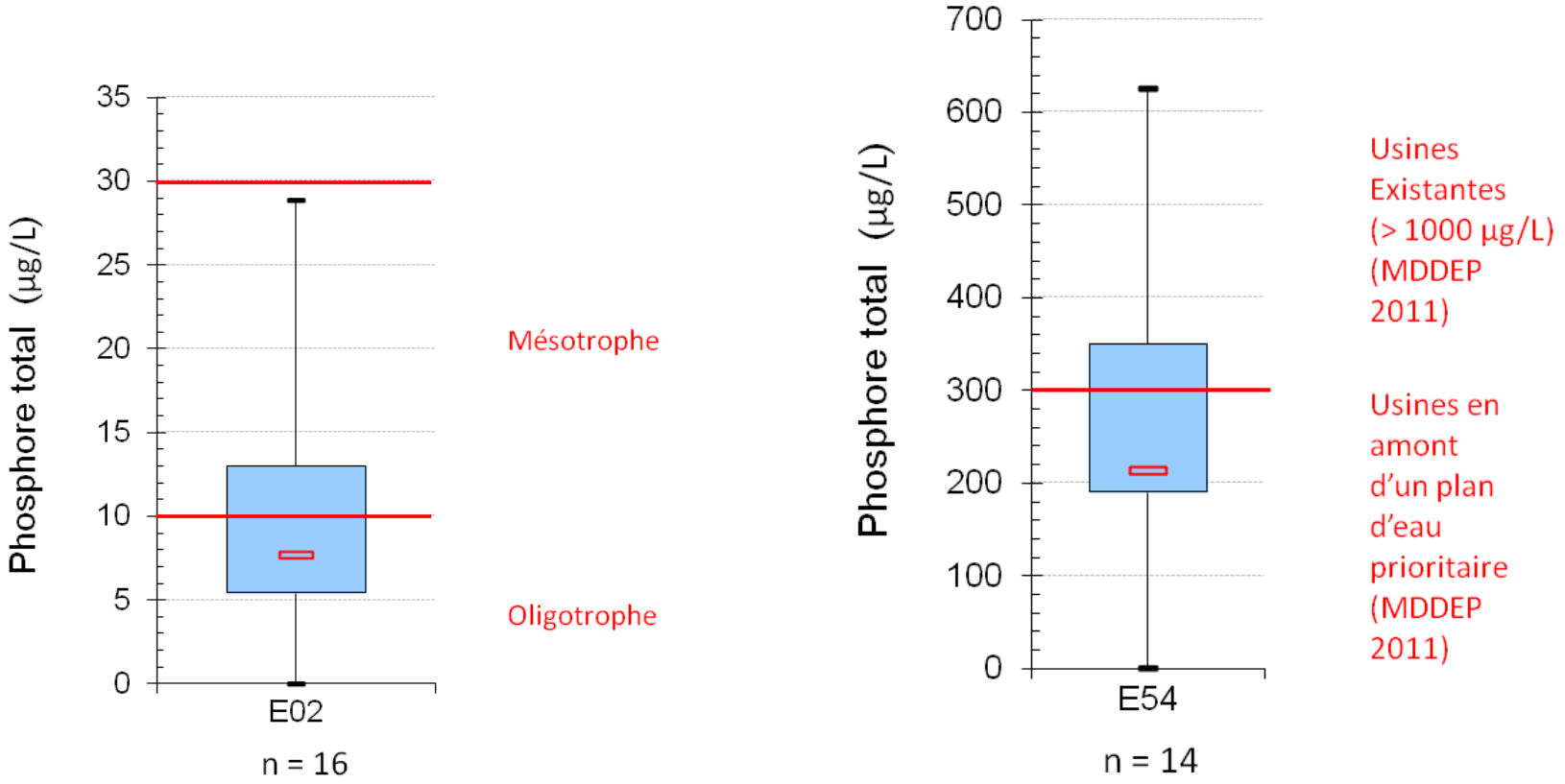

Figure 17 : Concentrations de PT mesurées à la décharge du lac Delage (E02) et à l'effluent de l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2011.

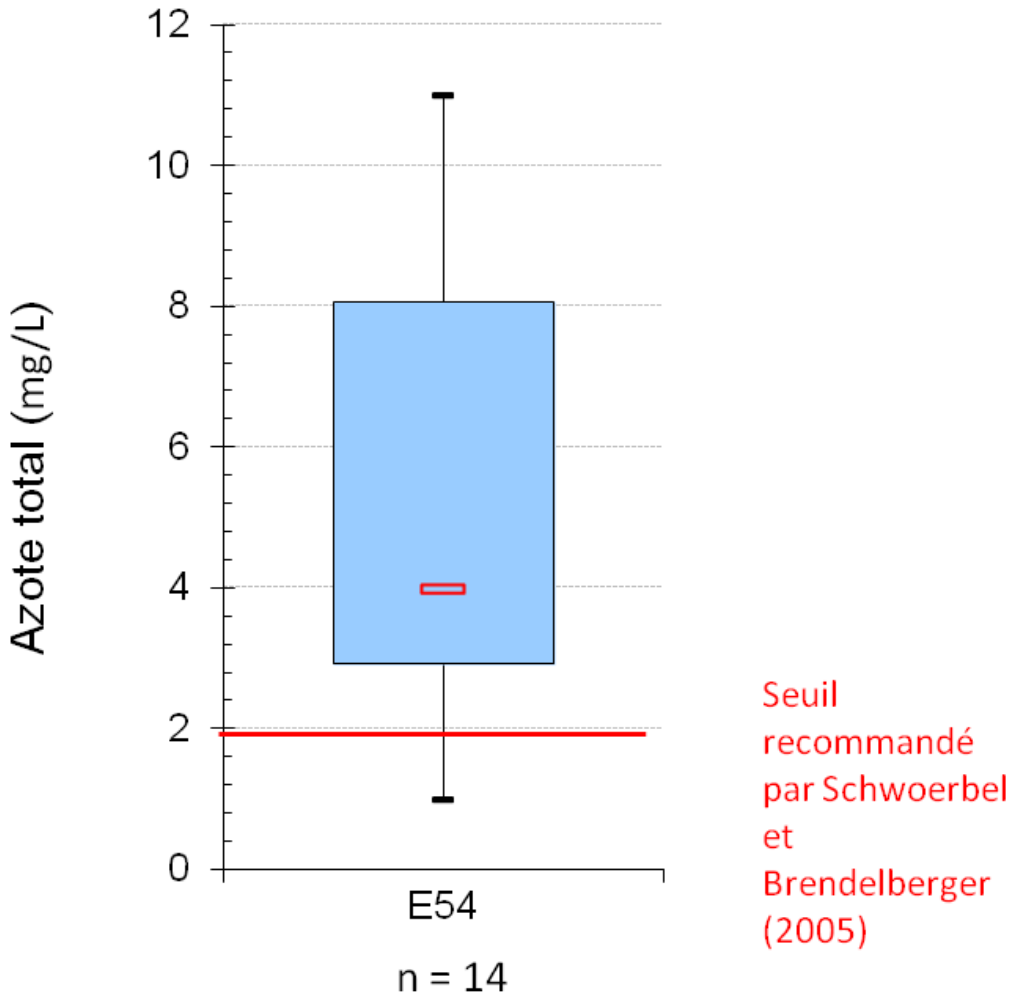

Figure 18 : Concentrations d'azote total mesurées à l'effluent de l'usine de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2011.

Tableau 10 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2011.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E02 Décharge du lac Delage	PT (> 10 µg/L)	n = 7/16	25 mai 7 juin 21 juin 6 juillet 21 juillet 20 sept. 15 novembre	Le niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles durant la saison 2011 explique en partie ces taux élevés, car les jours d'échantillonnage, l'eau à la décharge était soit stagnante (21 juin au 20 novembre) ou il y avait écoulement inversé (25 mai, 7 juin et 15 novembre). Ces trois jours-là, les taux de PT étaient les plus élevés.	Qualité d'eau généralement bonne quand l'eau du lac Delage s'écoulait vers le lac Saint-Charles. En 2011, le niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles a probablement causé un apport en PT au lac Delage.
E54 Effluent de l'usine de traitement de la Ville de Lac-Delage	PT (> 300 µg/L; seuil visé pour des usines en amont d'un lac considéré prioritaire)*	n = 4/16	16 août 17 octobre 3 novembre 15 novembre	PT : associé à des événements de pluie. Azote total : pas d'association possible.	La qualité d'eau à l'effluent de l'usine de traitement de la Ville de Lac-Delage respecte les normes pour les usines existantes (norme du MDDEP de 2011). Pas de dépassement des normes de MES de la Stratégie. Cependant, les composés azotés dépassent les seuils recommandés pour des rejets en amont d'un lac.
	PT (> 1000 µg/L; usines existantes)*	n = 0/16			
	Azote total (> 2-4 mg **)	n = 11/16			

***Note : Les seuils pour le phosphore sont tirés du site internet du MDDEP (2011). Les seuils pour les MES proviennent de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales (Stratégie) du Conseil canadien des ministres de l'Environnement (CCME)– Application des normes de performance (http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/index.htm). La stratégie propose comme normes de performance 25 mg/L pour les MES (peut-être plus s'il y a présence d'algues) et 25 mg/L pour la demande biochimique en oxygène

après cinq jours, partie carbonée (DBO_5C), paramètre que nous n'avons pas mesuré. Pour les usines utilisant le chlore pour l'élimination des composés azotés la norme est de > 0,02 mg/L de chlore résiduel total (CRT).

**Note : Les seuils pour l'azote total ont été tirés de Schwoerbel & Brendelberger (2005). Il s'agit ici des seuils proposés pour des rejets d'eaux usées traitées pour la protection des lacs.

4.1.2 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage

Les résultats des analyses démontrent que :

- Le lac Delage semble avoir reçu une certaine charge en PT durant l'été 2011 à cause du niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles. Lorsque l'écoulement se faisait vers le lac Saint-Charles, le taux de phosphore correspondait à celui d'un lac oligomésotrophe. La qualité de l'eau du lac Delage semble donc être bonne.
- Aucune augmentation significative des MES observée.
- La qualité bactériologique de la décharge du lac Delage était très bonne, même en temps d'inversion de l'écoulement.
- Les valeurs de nitrites/nitrates étaient très faibles (> 0,2 mg/L) en tout temps.
- Les valeurs d'azote ammoniacal n'ont pas dépassé celle pour une qualité de l'eau satisfaisante (> 0,5 mg/L).
- L'azote total a dépassé le seuil de 1 mg/L une seule fois en novembre.
- La conductivité est relativement faible (37 à 72 µS/cm).
- L'usine d'épuration des eaux usées de Lac-Delage est un système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique. De manière globale, la concentration des paramètres considérés dans les rejets est acceptable. En 2010, 40 % des échantillons recueillis présentaient une concentration en CF supérieure à 200 UFC/100 mL, ce qui était plus élevé que les concentrations observées en 2008 et 2009. Or, en 2011, 99 % des échantillons étaient en deçà de 45 UFC/100 mL, avec un maximum à 110 UFC/100 mL.
- Cette installation a respecté la norme actuelle sur les rejets de PT : les concentrations sont restées inférieures à 626 µg/L, alors que la norme est de 1000 µg/L (1 mg/L). De plus, 63 % des résultats respectent la recommandation du MDDEP (2011) de limiter les rejets de PT à 300 µg/L. Malgré tout, les valeurs de PT obtenues restent globalement élevées par rapport au milieu naturel.
- Aucun dépassement des MES, selon la norme de la Stratégie (MDDEP, 2012), n'a été observé à l'usine d'épuration des eaux usées.
- Cependant, 69 % des échantillons dépassaient le seuil recommandé pour la protection des lacs en ce qui concerne le rejet de composés azotés (Schwoerbel & Brendelberger, 2005).

4.2 Bassin versant de la rivière Nelson

Le tableau 11 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière Nelson (d'amont en aval), la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau 11, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 11 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E33	Nelson	Station témoin en amont de la base militaire de Valcartier, en aval d'une zone avec présence de quelques élevages de chiens.	Boul. Valcartier, à 300 m au sud de l'entrée de la base militaire de Valcartier.
E34	Nelson	Station en aval de la base militaire de Valcartier et en amont du quartier Val-Bélair (section de la rivière).	Autoroute Henri-IV, direction nord, la station est à droite juste avant la dernière sortie pour Val-Bélair.
E57	Nelson	Station en amont de la confluence de la rivière Nelson et du ruisseau Savard et aussi section de la rivière (une partie du quartier de Val-Bélair).	En amont du pont du boulevard Montolieu (entre l'autoroute Henri-IV et le boul. Pie-XI Nord).
P02RN	Savard	Station intégratrice en aval du bassin versant du ruisseau Savard. Il est à noter que ce ruisseau a fait l'objet d'une enquête approfondie en 2011 pour la détection des sources de pollutions.	Pont sur la rue Hauterive à Val-Bélair.
E35	Nelson	Station en aval de la croisée du ruisseau Savard et de la rivière Nelson (analyse du triangle) et section de la rivière Nelson (en aval du quartier résidentiel et industriel de Val-Bélair).	En aval d'un pont de l'autoroute Henri-IV, à environ 1 km au nord de l'intersection de l'av. Industrielle et de l'autoroute Henri-IV.
E06	Nelson	Station intégratrice en aval du bassin versant de la rivière Nelson avant la confluence avec la rivière Saint-Charles.	Sur le pont de la rue de la Rivière-Nelson.

Les figures 20 à 23 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

La carte à la figure 19 représente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson et la moyenne de résultats des CF selon les classes proposées par le MDDEP.

Les résultats dépassant des seuils de qualité de l'eau sont listés, par paramètre, dans le tableau 12 pour chaque station d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson, d'amont en aval.

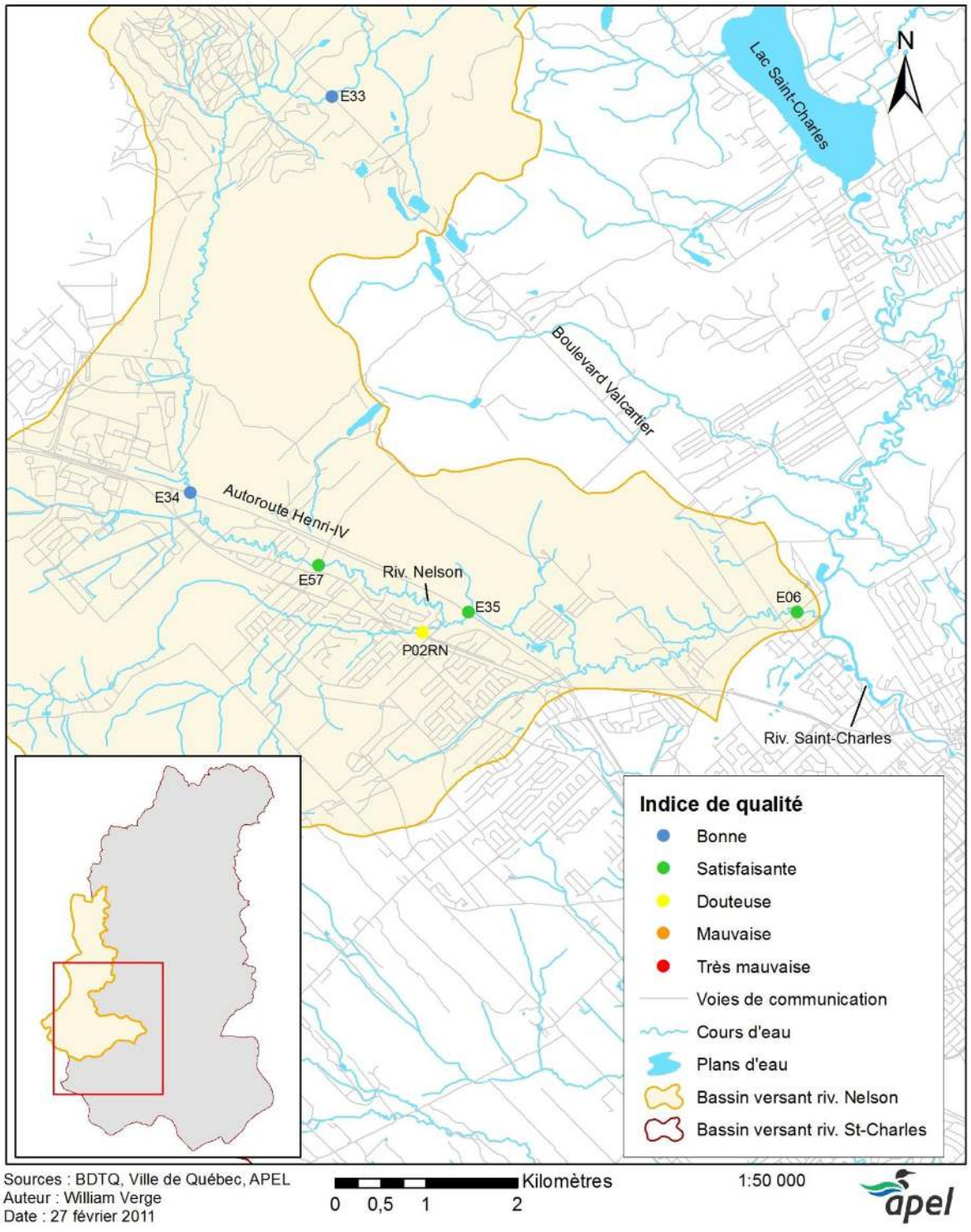

Figure 19 : Moyennes des valeurs de CF obtenues dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2011.

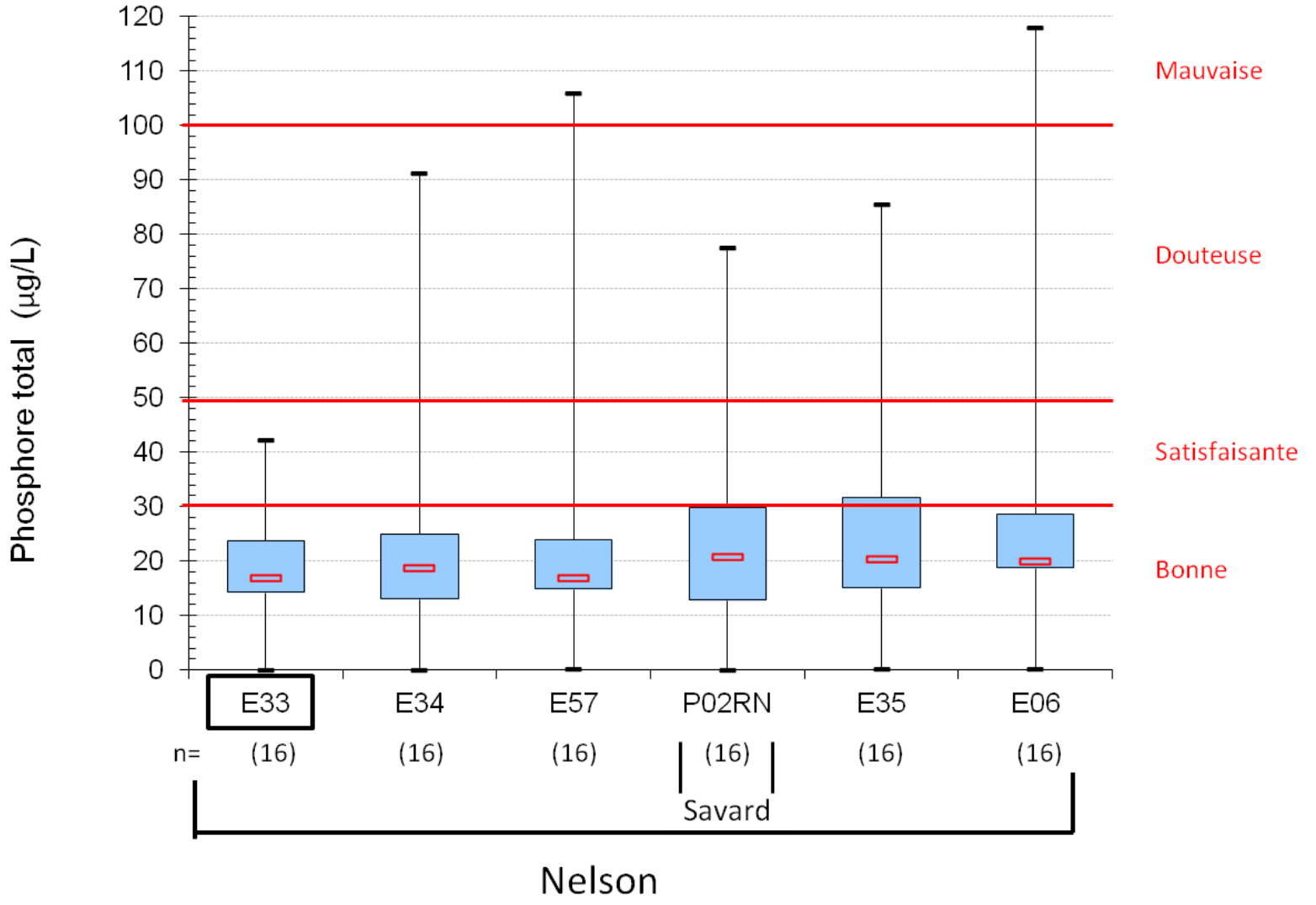

Figure 20 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.

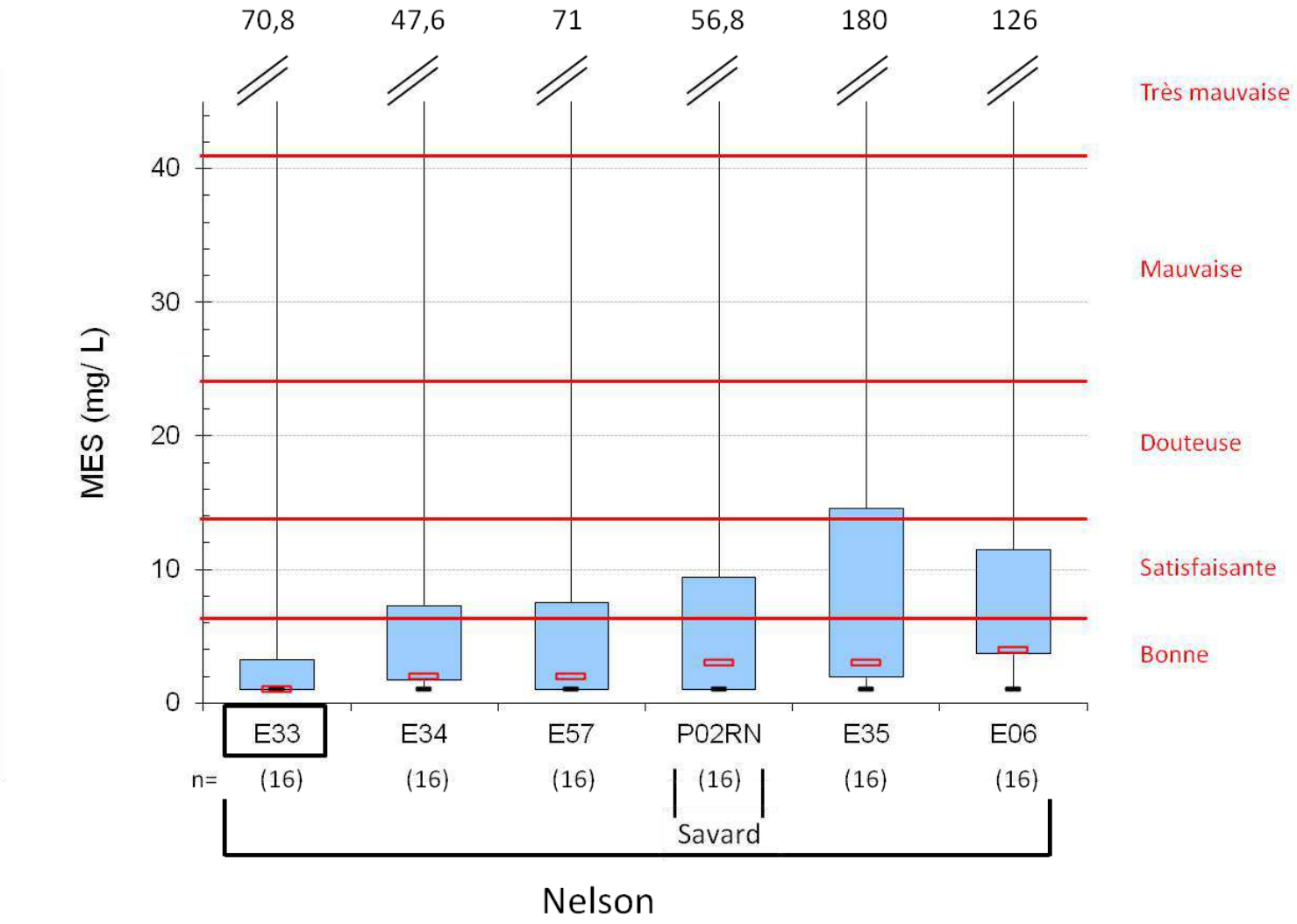

Figure 21 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.

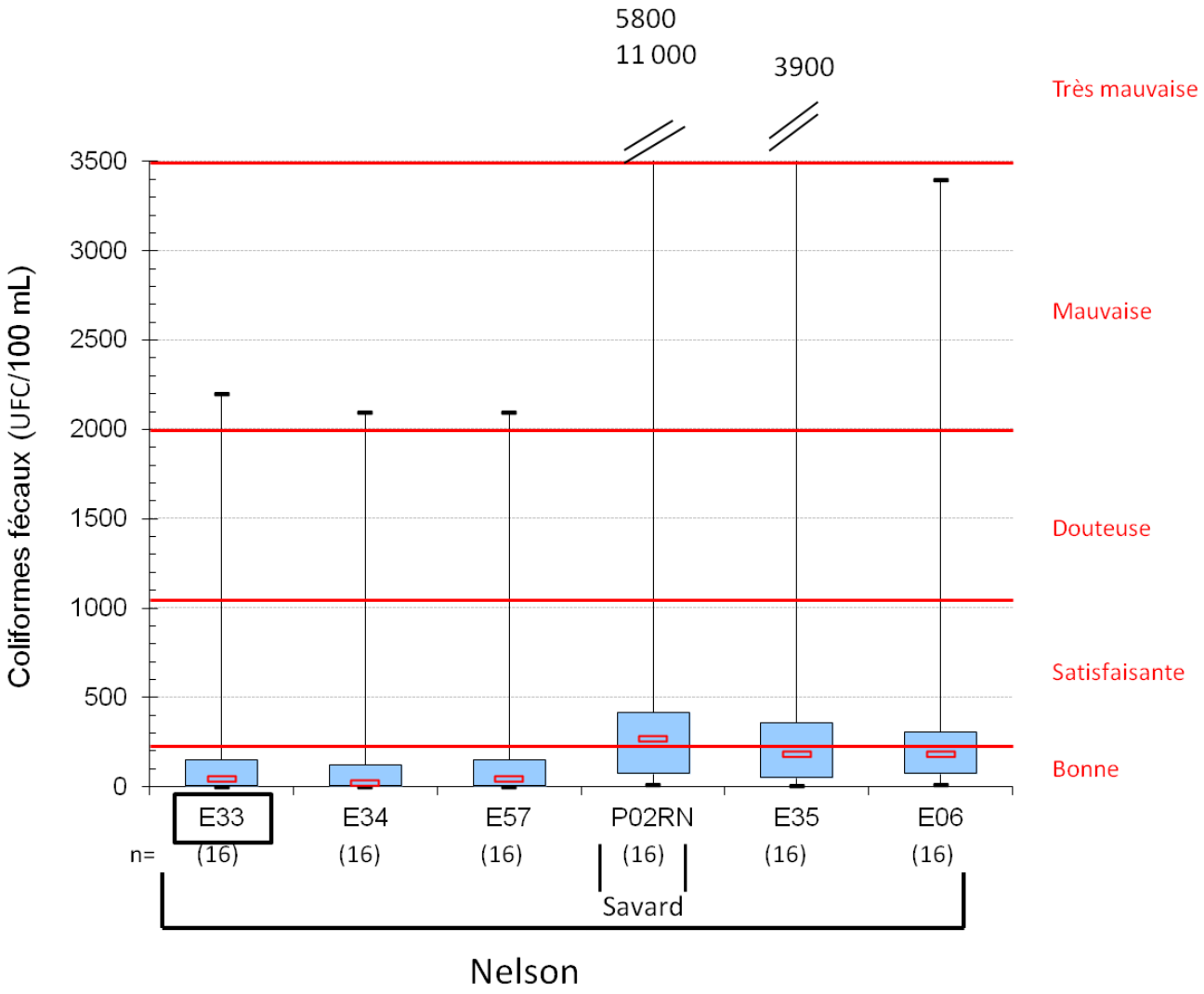

Figure 22 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.

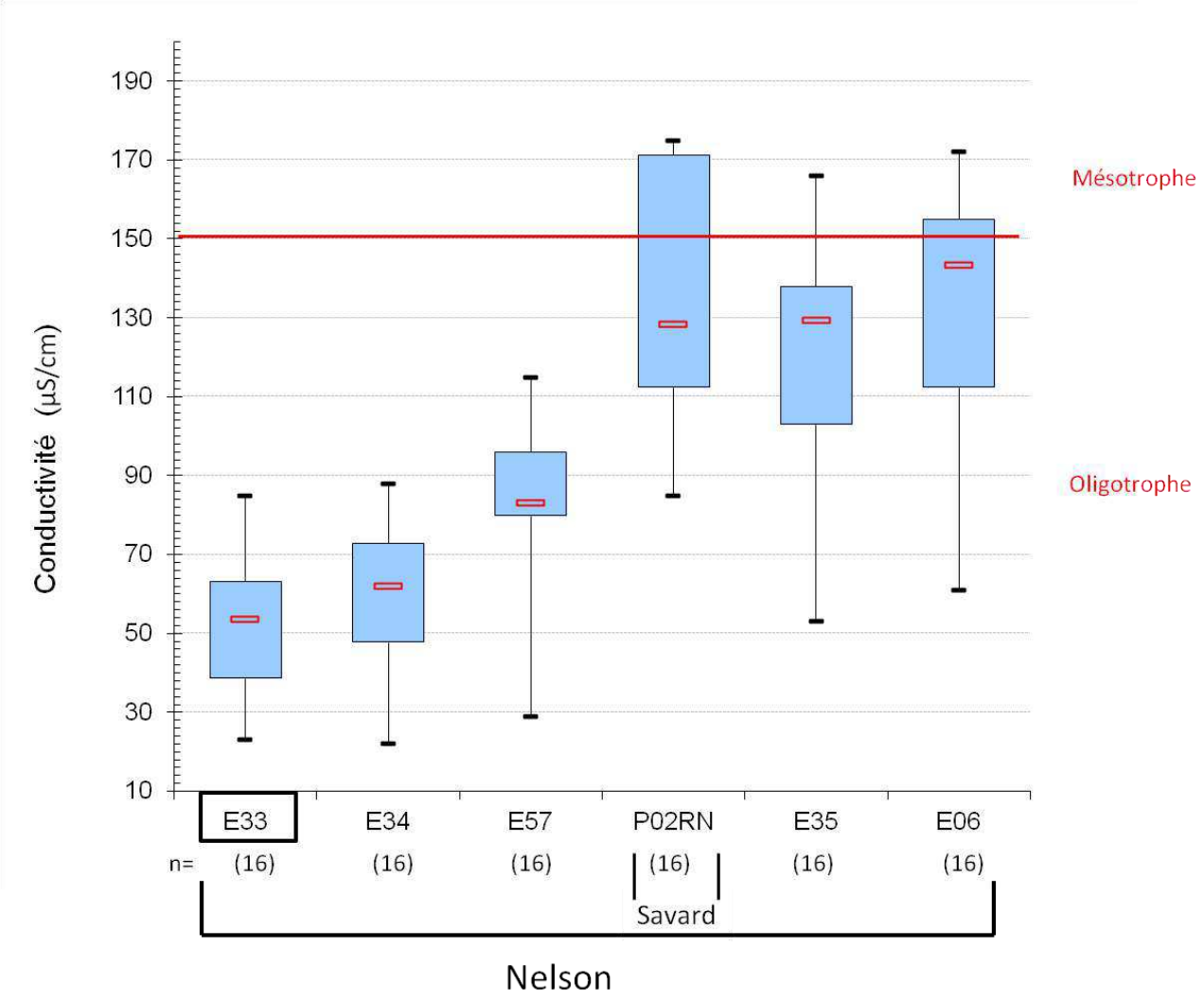

Figure 23 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.

Tableau 12 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[3]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E33 **Nelson**	PT (> 30 µg/L)	n = 2/16	4 juillet 21 juillet	PT et MES : pour le 21 juillet, forte pluie et orage la veille. La plupart des paramètres ont présenté une augmentation des valeurs ce jour-là (incluant l'azote total et les CF). Le deuxième dépassement en PT (en temps de pluie) n'est cependant corrélé avec aucun autre paramètre sauf une augmentation de la conductivité. Le deuxième dépassement pour l'azote total a été observé en temps sec et est corrélé avec une conductivité et un pH plus élevés (température de l'eau assez basse).	Qualité d'eau généralement bonne. Le dépassement de la majorité des paramètres est attribuable à un lessivage en temps de pluie. Cependant, les valeurs généralement relativement élevées en phosphore et en azote total permettent d'émettre l'hypothèse d'un impact des activités d'élevage en amont.
	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	21 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 2/16	21 juillet 12 octobre		
E34 **Nelson**	PT (> 30 µg/L)	n = 3/16	27 avril 7 juillet 21 juillet	PT, MES et CF : pour le 21 juillet, un événement de très forte pluie et d'orages a affecté tous les paramètres. Il est à noter qu'il y a une forte dégradation entre les stations E33 et E34 (MES et PT)	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Néanmoins, une nette dégradation peut être observée entre les stations E22 et E34 pour le PT (même s'il n'y a pas de dépassements
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	13 avril 27 avril 21 juillet		

[3] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la figure 54 de l'annexe 6.3.

	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/6	21 juillet	qui est surtout observable le 13 et le 27 avril.	des seuils). Cette observation est probablement attribuable aux activités sur la base militaire de Valcartier (travaux, etc.).
E57 Nelson	PT (> 30 µg/L)	n = 2/16	27 avril 4 juillet	PT, MES et CF : pour le 21 juillet, un événement de très forte pluie et d'orages a affecté tous les paramètres. Pour les dépassements du 13 et du 27 avril, on a déjà pu observer une dégradation à la station E34, mais nous avons également observé des travaux près de la rue Hamon qui ont contribué à la dégradation de la qualité de l'eau (érosion des berges).	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Cependant, une augmentation de la conductivité depuis la station E34, une dégradation bactériologique et une augmentation en PT démontrent les effets du quartier résidentiel de Val-Bélair. Cette dégradation serait en partie attribuable à l'érosion, mais d'autres sources de contamination sont également possibles (photo 2).
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	13 avril 27 avril 21 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
P02RN Savard	PT (> 30 µg/L)	n = 4/16	27 avril 24 mai 21 juillet 13 sept.	PT, MES, CF et azote total : le ruisseau Savard a fait objet d'une enquête approfondie en 2011 et des dépassements des seuils ont été observés en temps de pluie et en temps sec pour ces paramètres.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à très mauvaise. L'enquête a révélé les sources suivantes (photo 2) : (1) Des branchements inversés; (2) Des étangs à canards; (3) L'érosion des berges (notamment sur le terrain de golf désaffecté); (4) Le lessivage du terrain de golf et des terrains riverains. (5) Des activités agricoles diverses en amont du bassin versant.
	MES (> 13 mg/L)	n = 4/16	27 avril 24 mai 21 juillet 13 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 3/16	24 mai 21 juillet 13 sept.		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 4/16	21 juillet 30 août 13 sept. 12 octobre		

E35 **Nelson**	PT (> 30 µg/L)	n = 5/16	27 avril 6 juin 4 juillet 21 juillet 30 aout	PT : dépassements en PT en temps de pluie et en temps sec. Les dépassements concordent en général avec ceux observés en amont (stations P02RN et E57). Cependant, le 6 juin, en temps sec, un dépassement important a été observé. Les dépassements en MES, PT et CF du 24 mai et du 13 septembre semblent être exclusivement dus au ruisseau Savard. La seule journée où une dégradation bactériologique a pu être observée sur toutes les stations en amont de E35 est le 21 juillet, avec un apport très important en provenance du ruisseau Savard.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise. La dégradation semble souvent due aux apports en provenance du ruisseau Savard. Il serait donc important de suivre les recommandations formulées dans le rapport d'enquête sur le ruisseau Savard (APEL, 2011). Néanmoins, le secteur industriel et résidentiel situé entre la confluence du ruisseau Savard avec la rivière Nelson en amont de la station E35 devrait être vérifié pour les sources de PT en temps sec.
	MES (> 13 mg/L)	n = 6/16	13 avril 27 avril 24 mai 21 juillet 30 aout 13 sep.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 3/16	24 mai 21 juillet 13 sep.		
E06 **Nelson**	PT (> 30 µg/L)	n = 3/16	27 avril 04 juillet 30 août	PT et MES : les dépassements sont associés à des événements de pluie. Il semble avoir une certaine dilution et décantation entre les stations E35 et E06. CF : attribué à l'événement de pluie importante du 21 juillet.	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante avec quelques dépassements importants en temps de pluie. Il semble y avoir une amélioration entre les stations E35 et E06 pour les paramètres étudiés. De manière générale, une baisse des valeurs en CF peut être observée depuis quelques années (figure 24). Néanmoins, une nette augmentation de la conductivité entre les stations E35 et E06 peut être observée.
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	13 avril 27 avril 21 juillet 30 août		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		

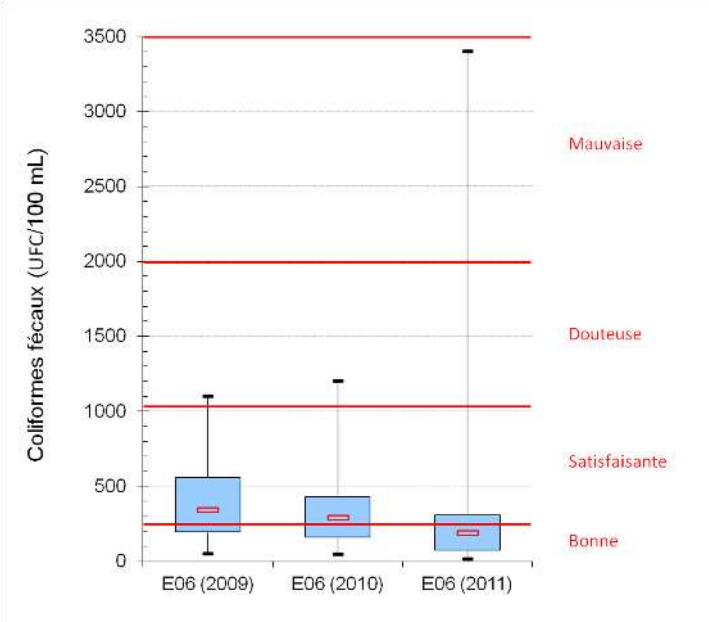

Figure 24 : Baisse des concentrations en CF observée à la station E06 (2009 - 2011).

Photos 2 : Travaux sur la rue Hamon (rivière Nelson) lors de la construction d'un bassin de rétention (1); stabilisation de la berge suite à une plainte (2); érosion des berges du ruisseau Savard dans le secteur du golf désaffecté de Val-Bélair (3); remblai dans le ruisseau Savard par un particulier (4).

4.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson

Les résultats des analyses démontrent que :

- Déjà, à partir de la station la plus en amont de la rivière Nelson (E33), on observe des valeurs élevées en PT avec une augmentation graduelle vers l'aval, et ce, en temps sec comme en temps de pluie. Les dépassements ont généralement lieu en temps de pluie, mais un dépassement a également été observé en temps sec (en aval du quartier industriel de Val-Bélair). À la station intégratrice du bassin versant (E06) une légère baisse des concentrations peut être notée. Ceci est possiblement attribuable à une consommation, déposition et dilution entre les stations E35 et E06, secteur très méandreux de la rivière Nelson.
    - Il est à noter que le ruisseau Savard contribue de manière significative aux concentrations en PT.
    - Un dépassement en temps sec a pu être observé en aval du quartier industriel de Val-Bélair.
    - Les activités (élevage de chiens, etc.) sur le territoire en amont de la station E33 semblent déjà contribuer à la dégradation de la qualité de l'eau de la rivière Nelson et il en est de même avec les activités (travaux, etc.) sur la base militaire de Valcartier.
- Les dépassements en MES ont été observés en temps de pluie seulement (à l'exception de la pluie très forte du 21 juillet 2011), et ce, à partir de la station E34 située en aval de base militaire.
    - Le ruisseau Savard contribue aux apports en MES même en temps de faible pluie (ce qui confirme les observations d'érosion des berges du terrain de golf désaffecté sur le ruisseau Savard).
    - Les travaux près de la rue Hamon ont contribué à la hausse des MES entre les stations E34 et E57 (des plaintes ont été déposées à cet effet et des corrections ont été exigées par le MDDEP).
- La qualité bactériologique de la rivière Nelson est généralement satisfaisante en amont de la confluence avec le ruisseau Savard. La contamination en CF du ruisseau Savard est importante en temps sec (11 000 UFC/100 mL) et en temps de pluie (5800 UFC/100 mL), ce qui affecte la rivière Nelson. Il est à noter que lors de la forte pluie, toutes les stations dans le bassin versant de la rivière Nelson affichaient un dépassement important de 2000 à 5800 UFC/100 mL.
    - Les apports en CF en provenance du ruisseau Savard contribuent grandement à la dégradation de la rivière Nelson. Il est important de suivre les recommandations du rapport d'enquête (APEL, 2012).
    - De manière générale, une baisse de la contamination fécale de la rivière Nelson a pu être observée à la station E06 (réparation progressive de branchements croisés dans le quartier de Val-Bélair) (figure 24).

- Les valeurs pour les nitrites/nitrates ne dépassent pas la limite de 1 mg/L pour une qualité de l'eau satisfaisante (IQBP). Or, une augmentation entre les stations E33 et E06 peut être observée. Le ruisseau Savard semble contribuer à cette dégradation.
- Les valeurs d'azote ammoniacal ne dépassent pas celle pour une qualité de l'eau satisfaisante (> 0,5 mg/L).
- L'azote total s'approche et dépasse le seuil de 1 mg/L pour les trois stations où ce paramètre a été analysé (E33, P02RN et E06).
    - Les dépassements sont plus importants et fréquents à la station P02RN (25 %).
    - Les valeurs s'approchent généralement de ce seuil à la station E33 et le dépassent deux fois.
    - Un seul dépassement a été observé à la station E06, mais les valeurs s'y approchent dans 75 % des cas.
- La conductivité augmente vers l'aval des rivières du bassin versant de la rivière Nelson. Ainsi, bien qu'il ait une amélioration amont-aval entre les stations E35 et E06, une augmentation de la conductivité est néanmoins observée. Ceci démontre donc une augmentation générale de la charge ionique.

4.3 Bassin versant de la rivière Jaune

Le tableau 13 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière Jaune (d'amont en aval), la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau 13, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 13 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E58	Jaune	Vérification de la qualité de l'eau avant l'entrée dans une zone densément habitée de Lac-Beauport. En aval du lac Beauport (station témoin).	Sur le pont du chemin du Brûlé à Lac-Beauport.
E03	Jaune	En aval d'une zone densément habitée de Lac-Beauport et du Mont-Cervin (section de la rivière).	Sur le pont de la rue Léo-T.-Julien.
E28	Jaune	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Jaune avant la confluence avec la rivière Saint-Charles et en aval du bassin versant de la rivière Jaune (station intégratrice).	Sur le pont de la rue Jacques-Bédard.
E24	Du Valet	Connaître la qualité de l'eau du ruisseau du Valet avant la confluence avec la rivière Jaune (station intégratrice).	Sur le ponceau traversant le chemin des Chalets.

Les figures 26 à 29 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

La carte de la figure 25 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Jaune et la moyenne des résultats de CF selon les classes proposées par le MDDEP.

Les résultats dépassant des seuils de qualité de l'eau sont listés, par paramètre, dans le tableau 14 pour chaque station d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Jaune, d'amont en aval.

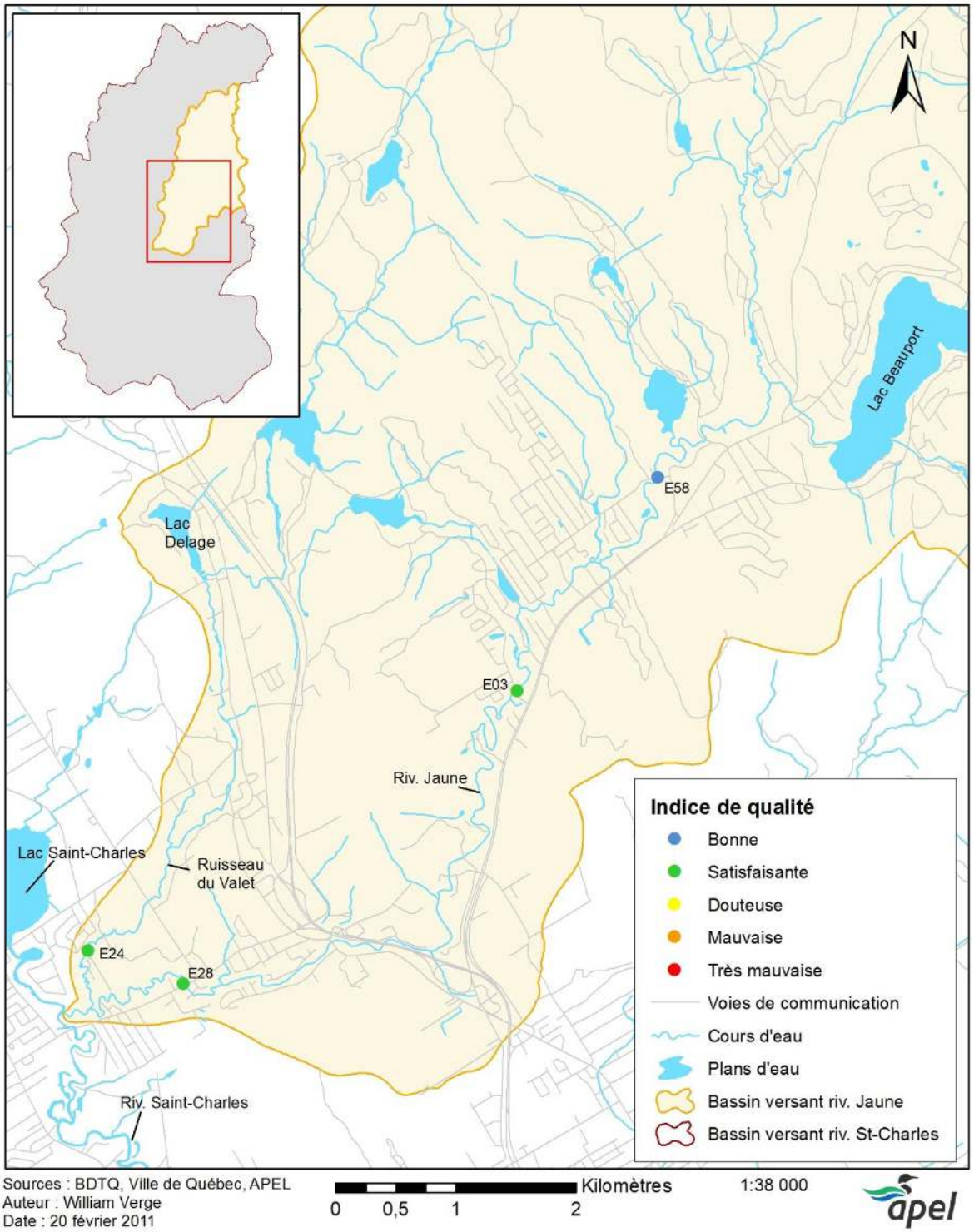

Figure 25 : Moyennes des valeurs de CF obtenues dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2011.

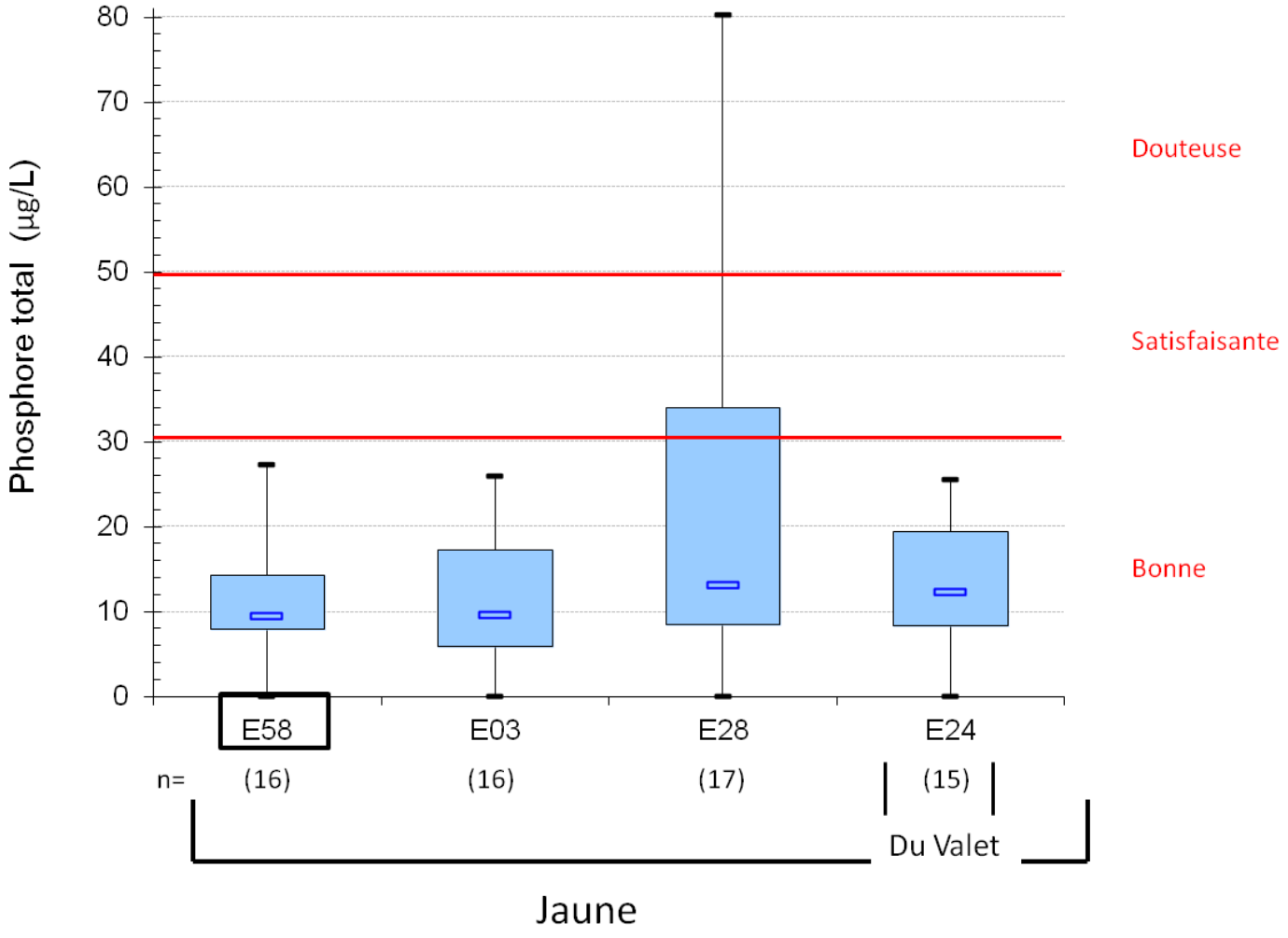

Figure 26 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011.

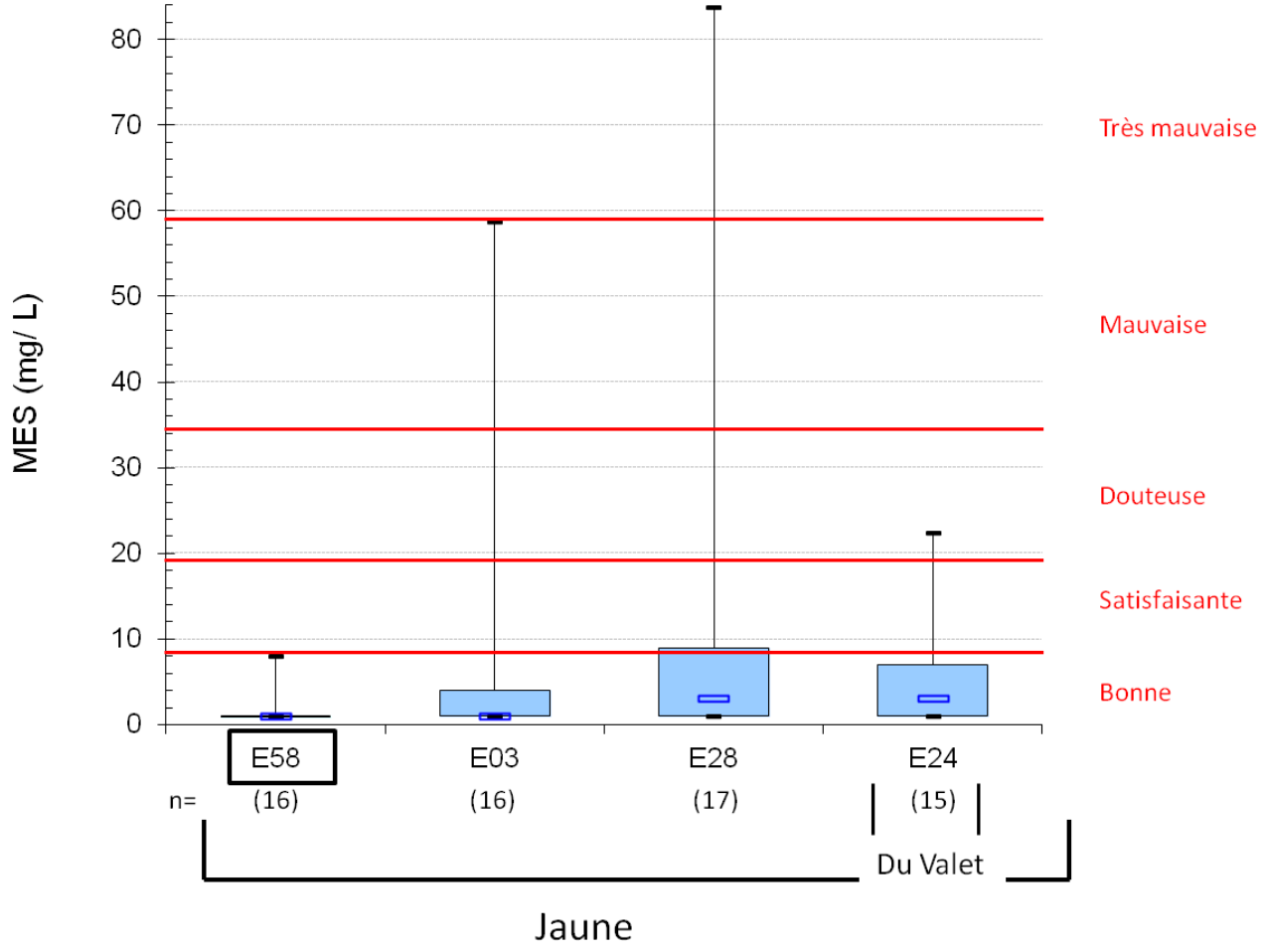

Figure 27 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011.

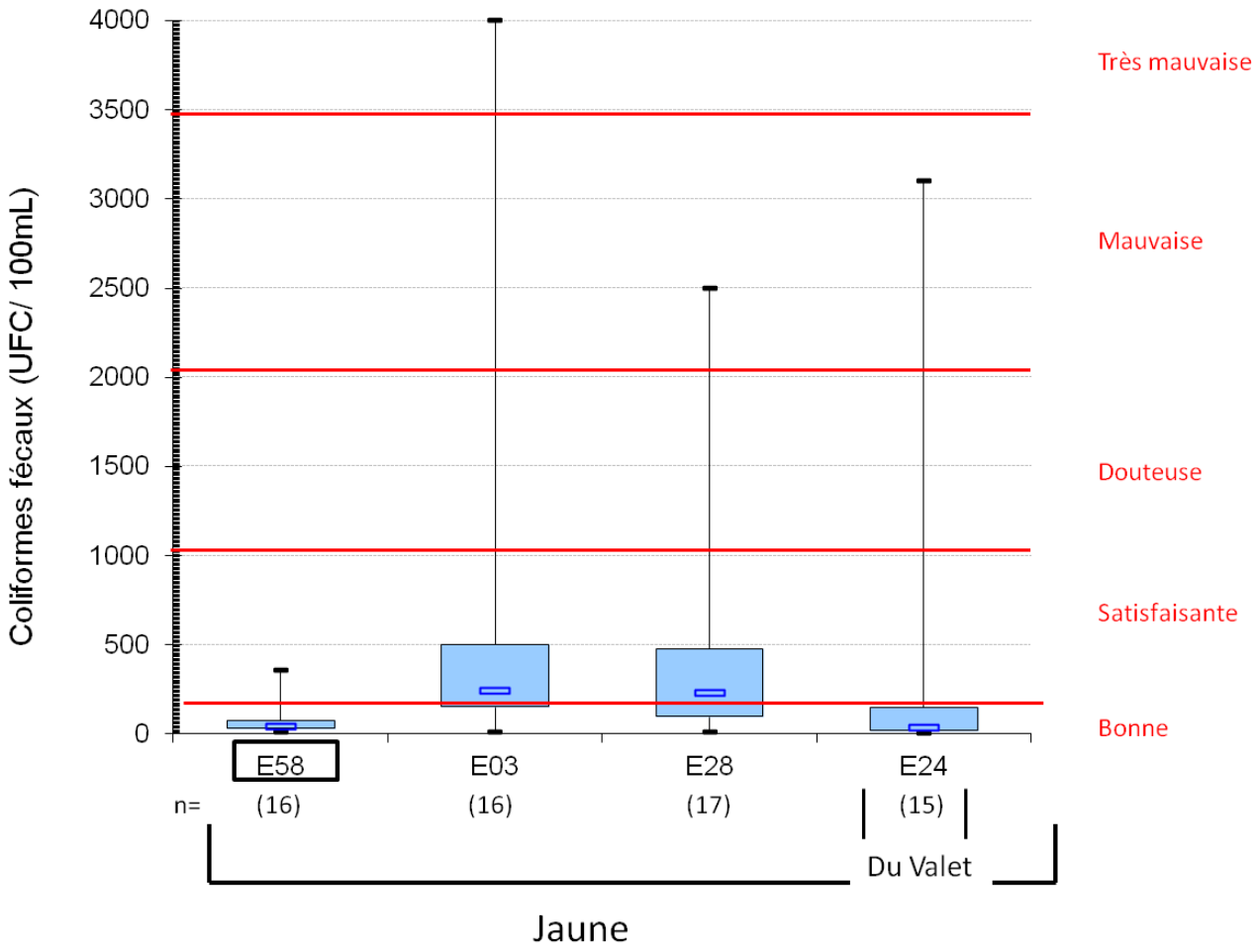

Figure 28 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011.

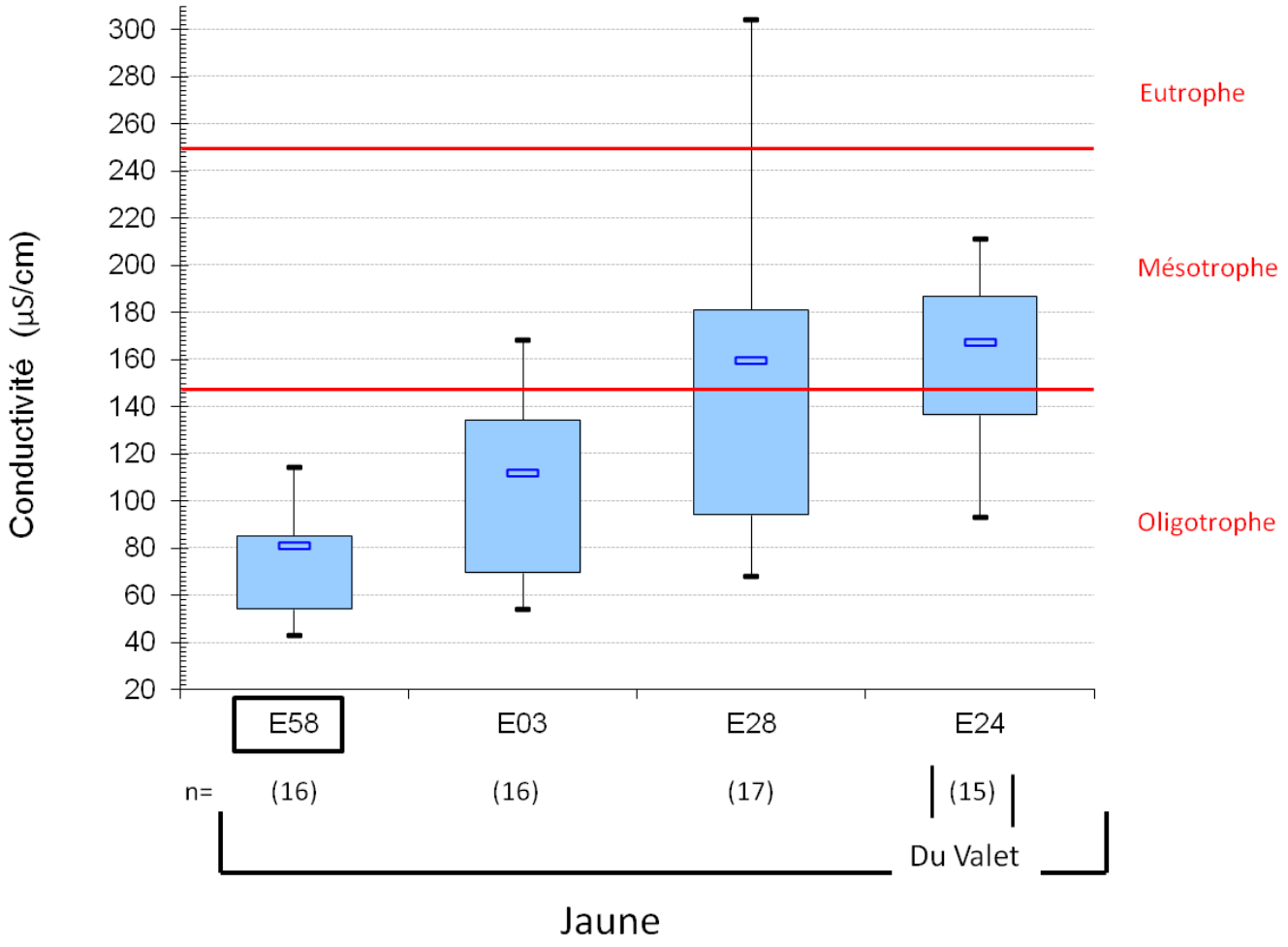

Figure 29 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011.

Tableau 14 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[4]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E58 **Jaune**	Azote total (> 1 mg/L)	n = 2/16	17 août 11 octobre	Un dépassement a eu lieu en temps sec, tandis que le deuxième a eu lieu en temps de pluie. La raison des dépassements n'est pas connue.	Qualité d'eau généralement bonne. Les seules fois où de faibles dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL ont eu lieu étaient suite à de très fortes pluies.
E03 **Jaune**	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	13 mai	MES : en temps sec (depuis 5 jours), mais des fortes pluies et inondations la semaine précédente. CF : les dépassements ont eu lieu suite à des pluies. Or, le dépassement maximal de 4000 UFC /100 mL a eu lieu lorsque le débit était encore relativement faible. La pluie n'avait donc probablement pas encore affecté le débit de la rivière.	Qualité d'eau généralement bonne, mais avec d'importants dépassements en MES et en CF. Le dépassement en MES demeure inexpliqué. Il est à noter que, comme en 2010, les valeurs de CF sont maximales quand le débit est plus faible (figure 30). La conductivité augmente de manière significative depuis la station E58.
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 2/16	18 juillet 15 sept.		
E28 **Jaune**	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16	28 avril 11 mai 12 mai 26 mai 22 juin 7 juillet	PT et MES : les fortes concentrations de PT et de MES obtenues les 11, 12 et 26 mai sont attribuables aux mouvements de sol à l'ouest de la côte de la Sucrerie, au nord de l'arrondissement de Charlesbourg. La première observation du 11 mai avait été signalée à la Ville de Québec. Il s'est avéré que les MES et le PT provenaient effectivement de ces mouvements. Les dépassements en PT	Qualité d'eau généralement satisfaisante. Il est à noter qu'il semble y avoir une amélioration de la qualité bactériologique depuis 2010. Cependant, dans 56 % des cas, il y avait un dépassement de la norme pour la baignade. En temps de pluie, les dépassements sont importants.
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	11 mai 12 mai 26 mai		
	CF (> 1000	n = 1 /16	18 juillet		

[4] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la figure 55 de l'annexe 6.3.

	UFC/100 mL)			en juin et juillet ont eu lieu respectivement en temps sec et en temps de pluie. Le dépassement en CF a eu lieu suite à des fortes pluies.	Les dépassements en PT en dehors des événements spéciaux du mois de mai sont semblables à ceux observés en 2010 (photo 3).
E24 Du Valet	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	21 juillet	MES et CF : suite à une forte pluie. Azote total : en temps sec.	Qualité de l'eau généralement bonne selon les critères de qualité du MDDEP. Cependant, une conductivité relativement élevée est signe de problématiques diverses dans ce ruisseau (contamination par des métaux d'un tributaire, par exemple) qui ont été détectées durant l'enquête sur le ruisseau du Valet en 2011 (APEL, 2011). La salinité du lac Clément est également un élément expliquant la conductivité plus forte.
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 1/16	12 octobre		

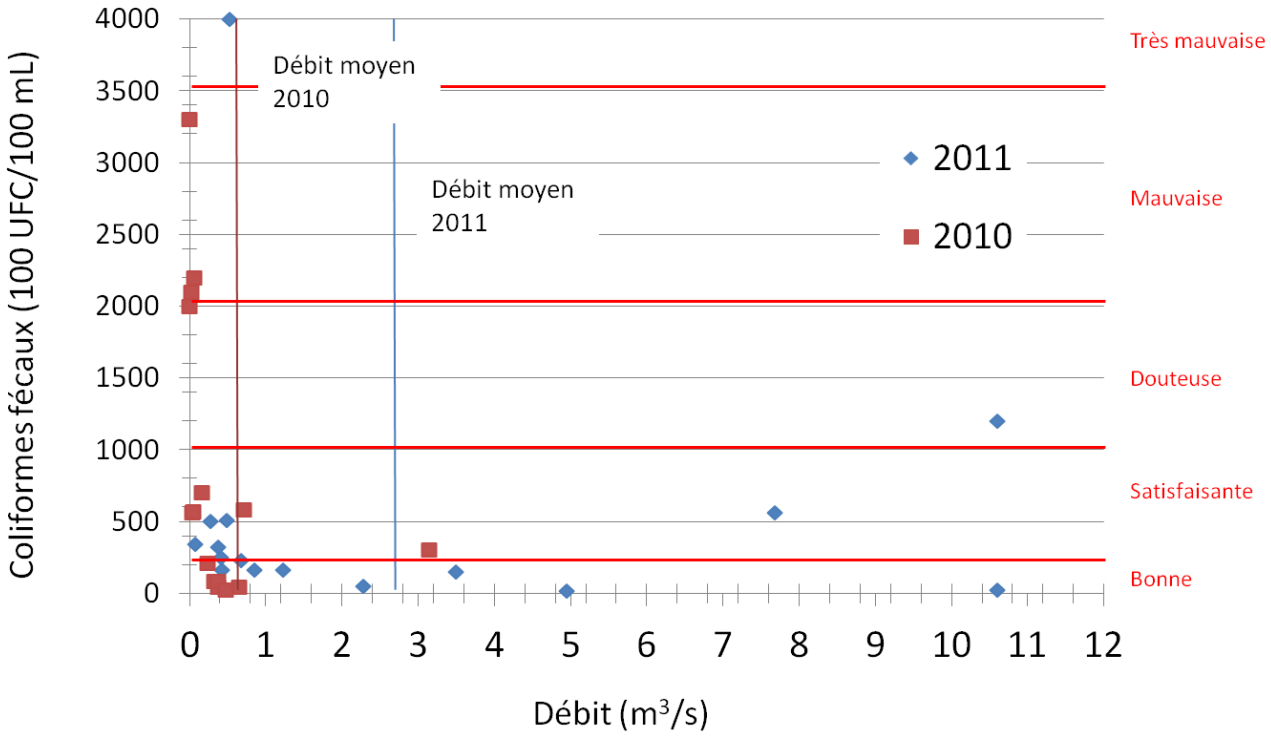

Figure 30 : Relation interannuelle entre les concentrations en CF et le débit à la station E03 (2010-2011).

Photos 3 : Effondrements dans la côte de la sucrerie à Charlesbourg ayant affecté la rivière Jaune en amont de la station E28, en mai 2011.

4.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune

Les résultats des analyses démontrent que :

- Une augmentation graduelle des valeurs de PT est observée entre les stations E58 et E28, avec une augmentation plus marquée entre les stations E03 et E28. Ceci confirme la tendance générale observée depuis quelques années. Des dépassements à la station E28 en mai sont attribuables aux mouvements de sol à l'ouest de la côte de la Sucrerie, au nord de l'arrondissement de Charlesbourg. Cependant, ceux qui ont eu lieu en juin et juillet (temps sec et temps de pluie) ne peuvent pas être attribués à cette problématique.
    - À l'exception de la station E28, aucun dépassement en PT n'a pu être observé aux stations du bassin versant de la rivière Jaune.
- Les dépassements en MES ont été observés à la station E28 suite aux mêmes événements de mouvement de sol en mai. Cependant, le dépassement important du 13 mai à la station E03 demeure inexpliqué. L'hypothèse serait que les inondations importantes cinq jours auparavant auraient eu encore un impact. D'ailleurs, le débit était encore assez élevé ce jour-là.
- La qualité bactériologique de la rivière Jaune est généralement satisfaisante (200 à 1000 UFC/100 mL). Il semble y avoir une amélioration par rapport aux années précédentes à la station E28. Cependant, il est à noter que :
    - Aux stations E03, E28 et E24, des dépassements importants ont été observés (1200 à 4000 UFC/100 mL).
    - Pour la station E03, le dépassement semble encore (comme en 2010) être corrélé à de plus faibles débits (figure 30).
    - Pour la station E28, le dépassement a également eu lieu à un moment de faible débit. De plus, dans 56 % des cas, les concentrations en CF étaient supérieures à la limite de 200 UFC/100 mL.

- Les valeurs pour les nitrites/nitrates ne dépassent pas la limite de 1 mg/L pour une qualité de l'eau satisfaisante (IQBP). Or, une augmentation entre les stations E58 et E03 peut tout de même être observée.
- Les valeurs d'azote ammoniacal ne dépassent pas celle pour une qualité de l'eau satisfaisante (0,5 mg/L). Aucune tendance amont-aval n'a pu être établie.
- L'azote total s'approche et dépasse le seuil de 1 mg/L pour les stations E58 et E24. Il n'y a pas de dépassements à la station E28 en aval.
- La conductivité augmente vers l'aval des rivières du bassin versant de la rivière Jaune, et ce, de manière significative. Ainsi, bien que les concentrations en éléments nutritifs de la rivière Jaune semblent satisfaisantes dans l'ensemble, il y a une augmentation globale de la charge ionique.

4.4 Bassin versant de la rivière du Berger

Le tableau 15 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière du Berger (d'amont en aval), la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau 15, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 15 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière du Berger d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P06RB	Du Berger[5]	En amont du secteur habité du ruisseau du Berger. Connaître la qualité de l'eau sans l'influence de l'activité humaine (station témoin).	Sur un pont au bout de la rue de l'Aventure près de Ski de fond Charlesbourg en amont du lac Flamand.
P07RB	Du Berger	En amont de la confluence avec le ruisseau des Commissaires. Connaître la qualité de l'eau du ruisseau du Berger avant les apports du ruisseau des Commissaires et section de la rivière.	Au bout de la rue des Blaireaux.
P04RB	Ruisseau des Commissaires	Connaître les apports du ruisseau des Commissaires avant la confluence avec la rivière du Berger (station intégratrice).	Au bout de la rue des Ramiers.
P03RB	Du Berger	En aval de la confluence avec le ruisseau des Commissaires et en aval d'une zone fortement urbanisée (section de la rivière).	Au bout de la rue des Pinsons.
P02RB	Du Berger	En aval d'une zone fortement urbanisée (section de la rivière).	Sur un pont de l'av. Chauveau, près de la rue Marie-Parent.
BQ15	Du Berger	En amont de la confluence avec la rivière Saint-Charles (station intégratrice).	Pont sur le boulevard Central.

[5] Selon une carte commerciale 1:20 000 (ministère de la Faune, 2003), la station P06RB représente la jonction entre la rivière des Sept Ponts et la rivière du Berger. Or, selon la carte interactive de la ville de Québec, la rivière des Sept Ponts se jetterait plutôt dans la seconde à l'intersection du boulevard Henri-Bourassa et la rue des Nations Est (plus au sud). Dans le cadre de ce rapport, pour simplifier, nous avons préféré associer la station P06RB à la rivière du Berger.

Les figures 32 à 35 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

Le tableau 16 présente un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau par station du bassin versant de la rivière du Berger. La carte de la figure 31 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière du Berger et la moyenne des résultats de qualité de l'eau les plus problématiques selon les classes proposées par le MDDEP.

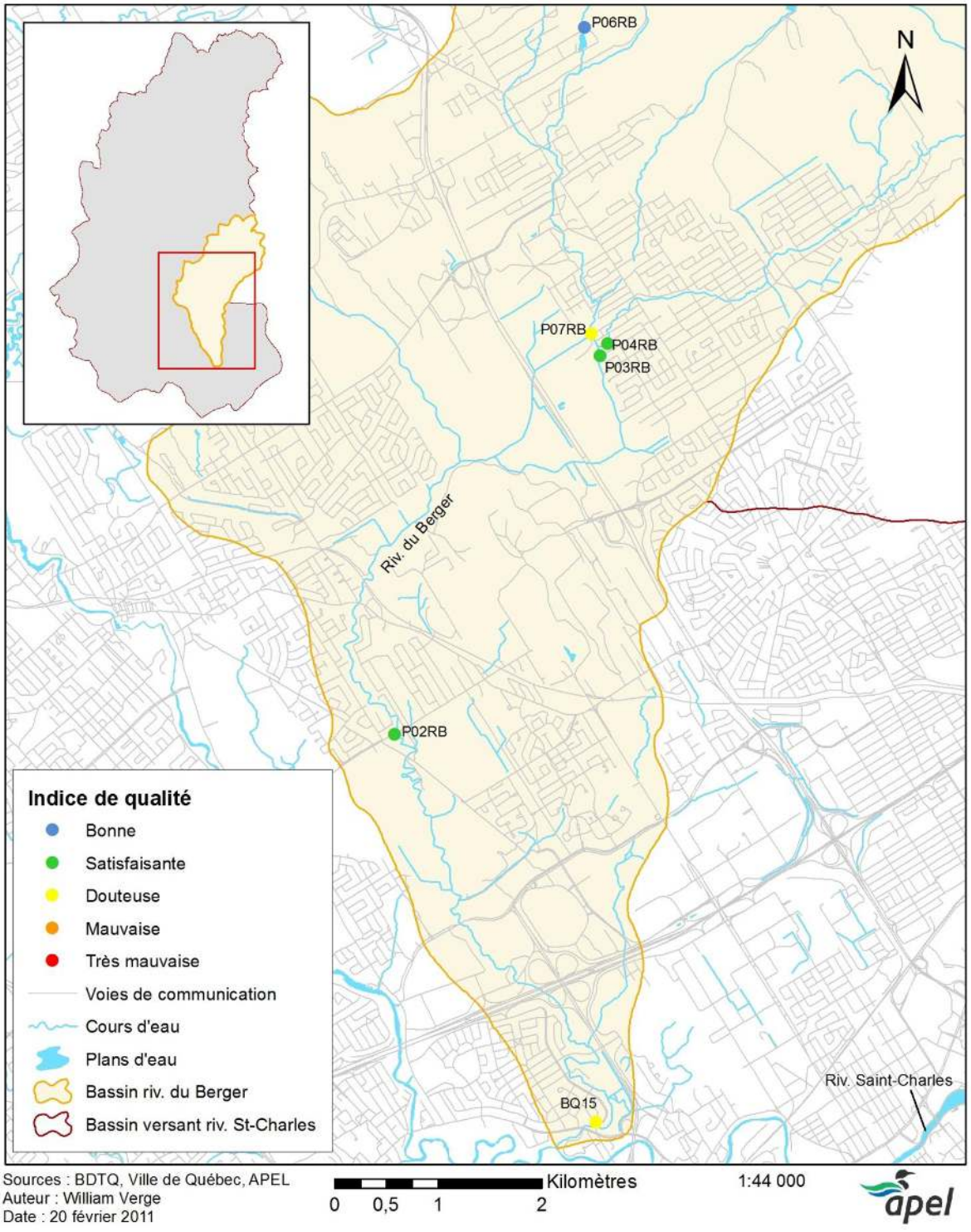

Figure 31 : Moyennes des valeurs de CF obtenues pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2011.

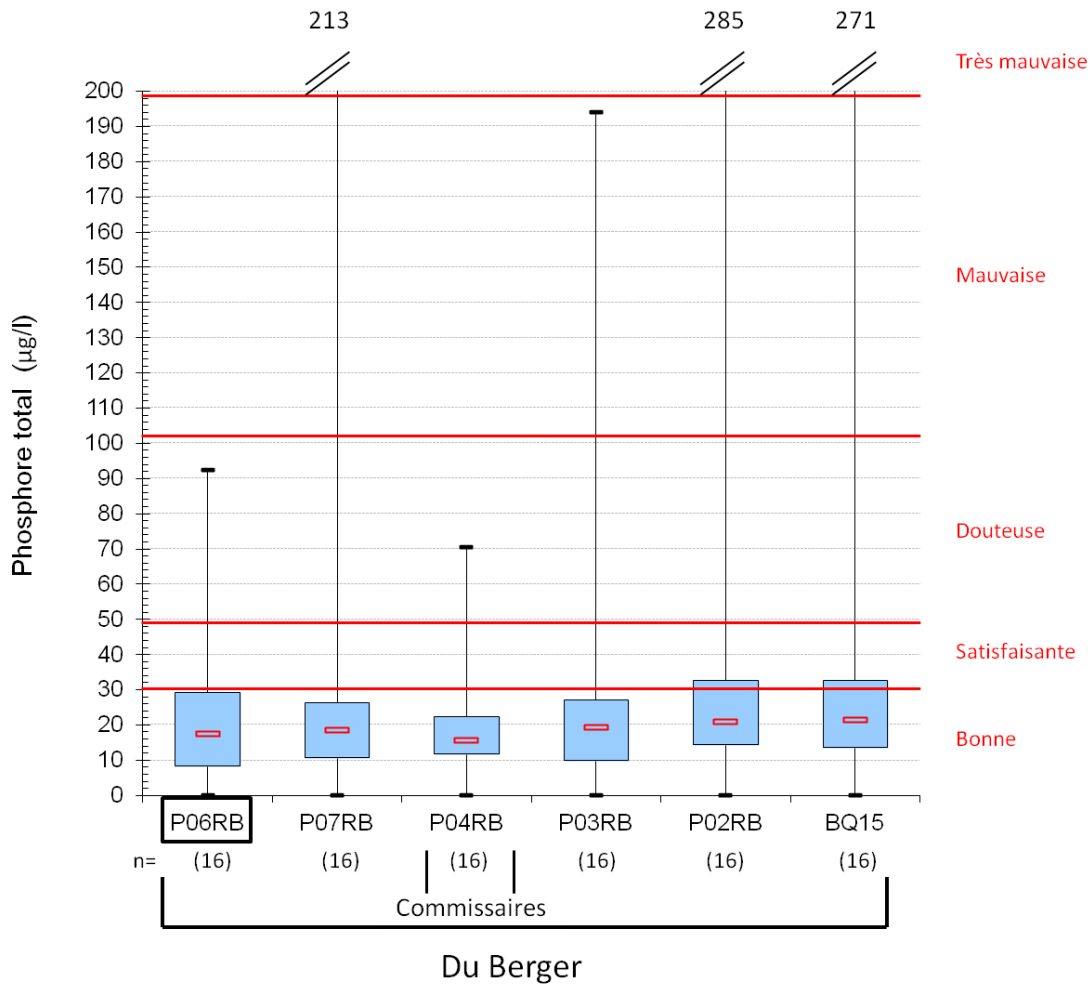

Figure 32 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011.

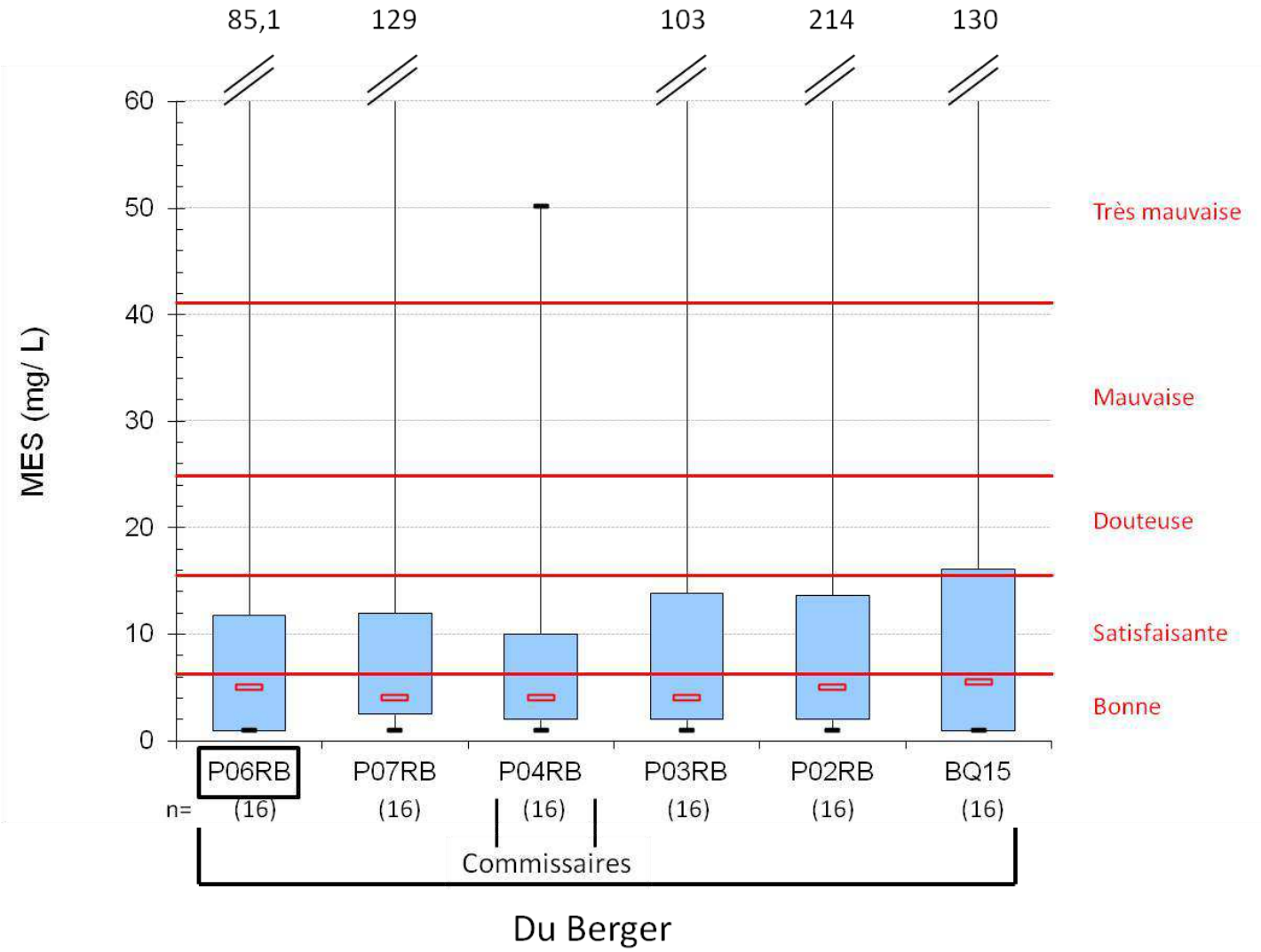

Figure 33 : Concentrations de MES mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011.

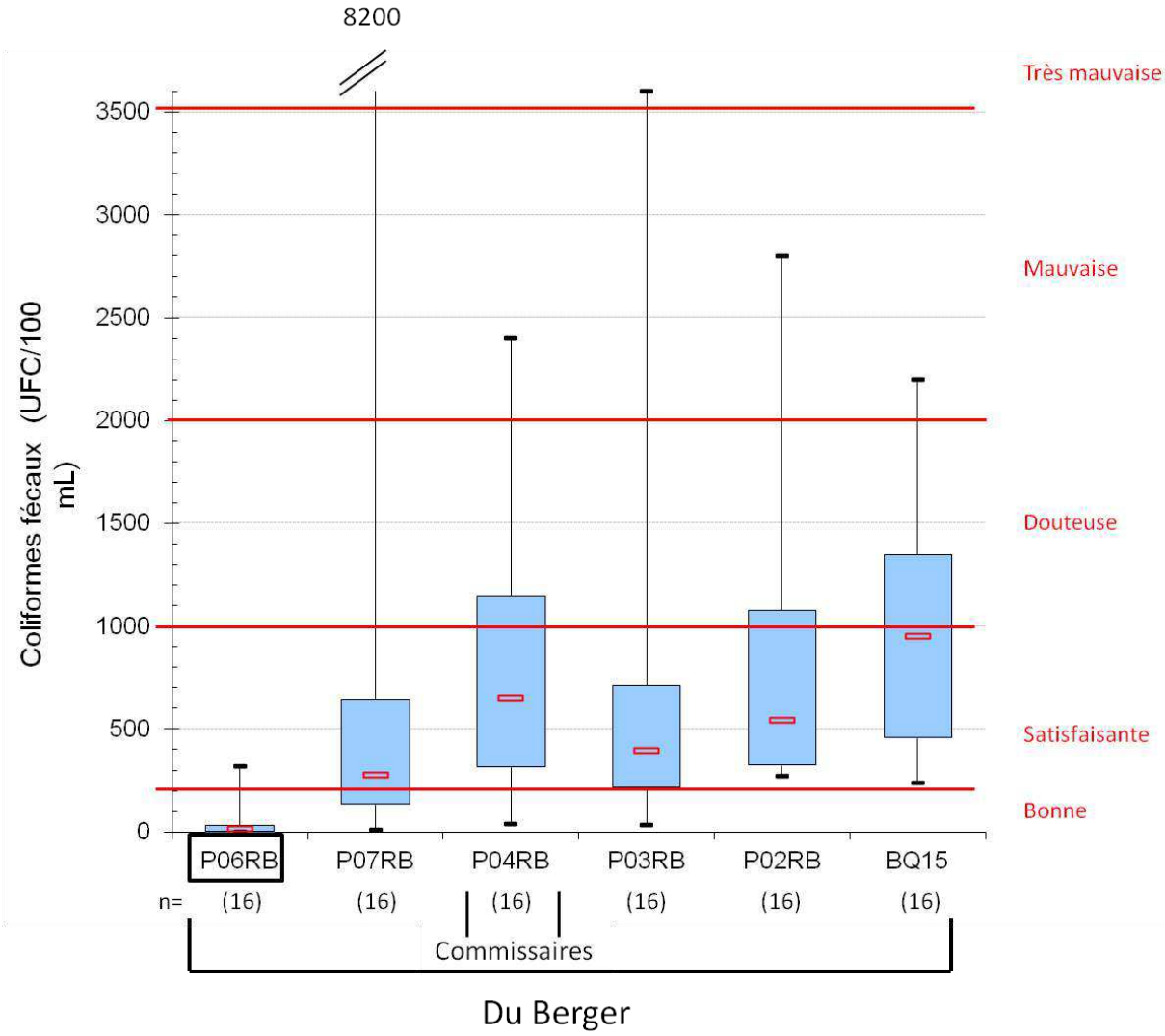

Figure 34 : Concentrations de CF mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011.

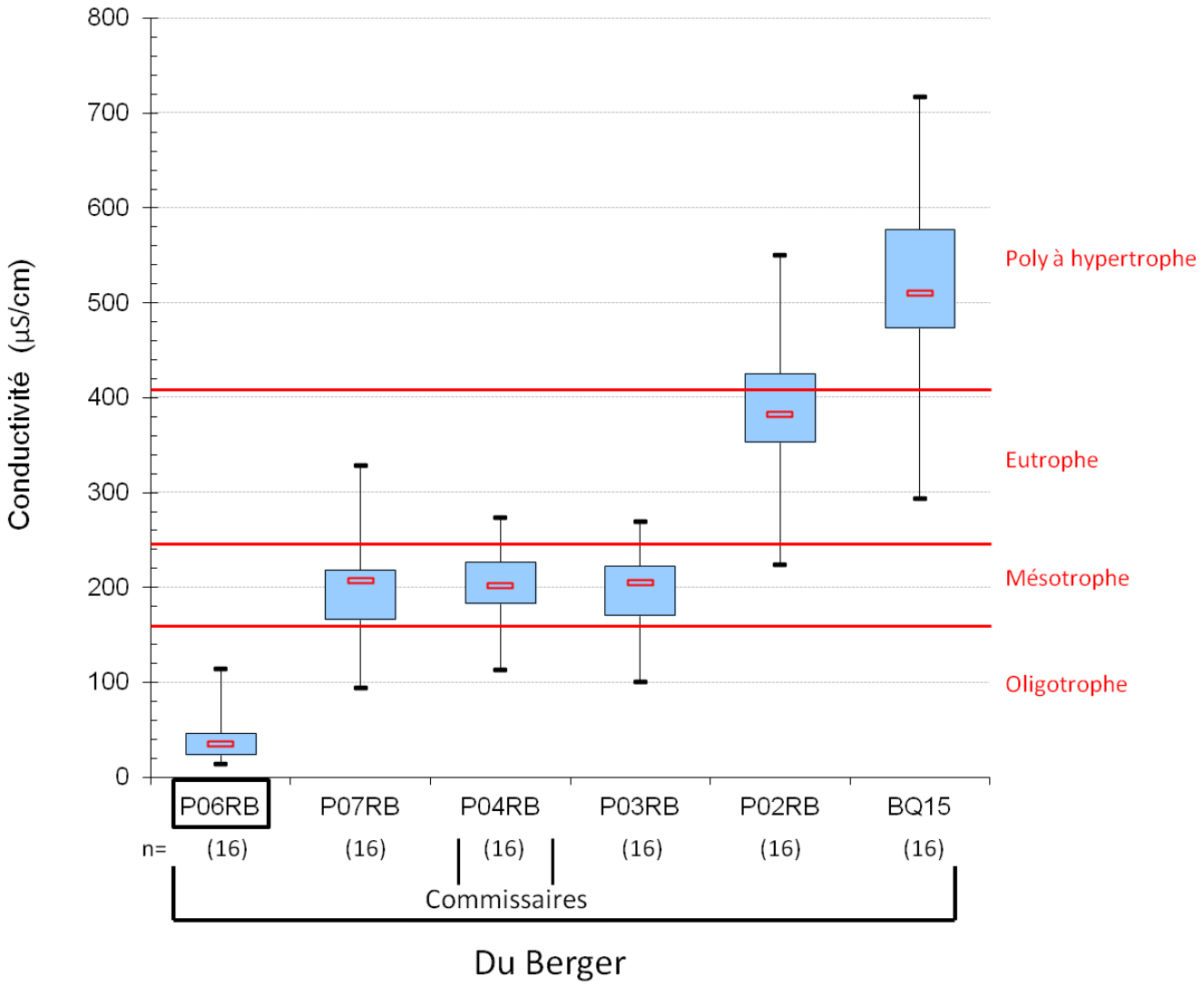

Figure 35 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011.

Tableau 16 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2011.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[6]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P06RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/L)	n = 4/16	14 avril 26 mai 31 août 28 sept.	PT et MES : pour le 28 septembre, les dépassements sont dus à des travaux sur la rue de l'Aventure (un ouvrier à balayé le sable dans la rivière; photo 4). Les autres dépassements ont eu lieu en temps de pluie. CF : en juillet, le dépassement est dû à un refoulement du lac Flamand (lac artificiel d'un camping, pour la baignade, en aval de P06RB). Le deuxième a été observé lors d'un temps de pluie. Azote total : en temps sec.	Qualité d'eau généralement bonne. Cependant, il faudrait s'assurer que la qualité bactériologique du lac Flamand correspond aux normes pour la baignade. Ce lac est alimenté en été par le ruisseau du Berger. Or, quand les débits sont faibles, ce lac refoule et l'eau ne peut être renouvelée adéquatement.
	MES (> 13 mg/L)	n = 3/16	14 avril 28 sept. 14 nov.		
	CF (> 200 UFC/100 mL)	n = 2/16	8 juin 7 juillet		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 1/16	11 octobre		
P07RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/L)	n = 4/16	28 avril 26 mai 18 juillet 15 sept.	PT et MES : dépassements généralement attribuables à un temps de pluie, à l'exception du dépassement en MES du 28 septembre (temps sec) qui est très probablement dû au déversement à la station P06RB.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise. Bien que les dépassements en CF ont eu lieu en temps de pluie, il est à noter que dans 30 % des cas, les valeurs dépassent les 200 UFC/100 mL en temps sec (pour un total de 56 %
	MES (> 13 mg/L)	n = 2/16	28 avril 26 mai 15 sept. 28 sept.		

[6] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la figure 56 de l'annexe 6.3.

	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 4/16	26 mai 1er août 15 sept. 14 nov.	CF : dépassements en temps de pluie.	de dépassements de 200 UFC/100 mL). Une dégradation certaine est observée entre les stations P06RB et P07RB.
P04RB Du Berger	PT (> 30 µg/L)	n = 2/16	28 avril 26 mai	PT et MES : les dépassements sont associés à des temps de pluie. CF : les dépassements sont associés à des temps de pluie.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise, surtout en ce qui concerne la contamination bactériologique. En effet, dans 31 % des cas, les valeurs dépassent le seuil de 1000 UFC/100 mL (même en temps sec), pour une fréquence de dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL de 81 %.
	MES (> 13 mg/L)	n = 4/16	14 avril 28 avril 26 mai 15 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 5/16	14 avril 28 avril 26 mai 31 août 15 sept.		
P03RB Du Berger	PT (> 30 µg/L)	n = 4/16	28 avril 26 mai 18 juillet 15 sept.	PT et MES : dépassements généralement attribuables à un temps de pluie, à l'exception du dépassement en MES du 28 septembre (temps sec), qui est très probablement dû au déversement à la station P06RB. Théorie confirmée par le fait qu'à la station P04RB, les valeurs de MES dépassaient les 2 mg/L ce jour-là. CF : les dépassements sont associés à	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise, surtout en ce qui concerne la contamination bactériologique. En effet, dans 25 % des cas, les valeurs dépassent le seuil de 1000 UFC/100 mL (même en temps sec), pour une fréquence de dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL de 81 %.
	MES (> 13 mg/L)	n = 4/16	28 avril 26 mai 15 sept. 28 sept.		

	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 4/16	26 mai 1 aout 15 sept. 14 nov.	des temps de pluie et semblent indiquer un apport dû au ruisseau des Commissaires.	
P02RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16	26 mai 01 août 31 août 15 sept. 14 nov.	PT et MES : les dépassements sont généralement attribuables à un temps de pluie. Une nette augmentation peut être observée entre les stations P03RB et P02RB. CF : les dépassements sont associés à des temps de pluie.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise. Les concentrations en PT augmentent de manière significative entre les stations P03RB et P02RB. Les dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL se produisent dans 100 % des cas, en temps de pluie comme en temps sec. Une augmentation très importante de la conductivité entre les stations P03RB et P02RB témoigne de la dégradation de ce cours d'eau (moyenne de 197 à 382 µS/cm).
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/16	14 avril 28 avril 1er août 31 août 15 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 6/16	28 avril 7 juillet 18 juillet 1er août 31 août 15 sept.		
BQ15 **Du Berger**	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16	28 avril 7 juillet 18 juillet 1er août 31 août 15 sept.	PT et MES : les dépassements sont généralement attribuables à un temps de pluie. CF : CF : les dépassements sont associés à des temps de pluie.	Qualité d'eau généralement douteuse à mauvaise. Les dépassements du seuil de > 200 UFC/100 mL se produisent dans 100 % des cas (en temps de pluie comme en temps sec) et les dépassements du seuil de > 1000 UFC/100 mL ont eu lieu dans 50 % des cas. L'augmentation de la conductivité se poursuit entre les stations P02RB et
	MES (> 13 mg/L)	n = 6/16	14 avril 28 avril 18 juillet 1er août 31 août 15 sept.		

CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 8/16	26 mai 7 juillet 18 juillet 1er août 17 août 31 août 15 sept. 14 nov.	BQ15 (la moyenne passant de 382 à 516 µS/cm).

Photos 4 : Déversement de sable contaminé (1) dans la rivière du Berger (2) à la station P06RB.

4.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière du Berger

Les résultats des analyses démontrent que :

- On observe des valeurs élevées en PT à toutes les stations du bassin versant de la rivière du Berger, et ce, surtout en temps de pluie.
    - Le 28 septembre, des travaux de voirie sur la rue de l'Aventure (P06RB) ont occasionné un dépassement en temps sec (74,3 µg/L) (un col bleu ayant balayé du sable contaminé (possiblement par les hydrocarbures) dans le cours d'eau).
- Les dépassements en MES ont été observés à la station suite au même événement du 28 septembre.
    - Les travaux de voirie sur la rue de l'Aventure (P06RB) ont affecté la rivière du Berger jusqu'à la station P03RB (MES de 85,1 [P06RB] à 16,3 [P07RB], et 18,9 mg/L [P03RB]).
- La qualité bactériologique de la rivière du Berger et du ruisseau des Commissaires passe de bonne à satisfaisante pour la station P06RB à très mauvaise dès la station P07RB. Le ruisseau des Commissaires contribue à cette contamination avec une qualité de l'eau généralement mauvaise. À la station BQ15, on observe un dépassement du seuil de 200 UFC/100 mL pour 100 % des échantillonnages et du seuil de 1000 UFC/100 mL dans 50 % des cas. Les dépassements du seuil de 1000 UFC/100 mL ont lieu en temps de pluie.
    - Il est à noter qu'à la station P06RB, le seuil pour la baignade est dépassé en juillet lorsque le lac Flamand refoule vers la station P06RH (niveau d'eau du lac élevé et débit très faible de la rivière). Ce lac sert à la baignade pour le terrain de camping avoisinant.

  - Des données de la BQMA révèlent une moyenne de CF de 5183 UFC/100 mL de 1990 à 1993 (n = 12), alors que la moyenne obtenue en 2011 (n = 16) est de 1041 UFC/100 mL. Il est donc possible qu'une certaine amélioration ait eu lieu.
- Les valeurs pour les composés azotés restent satisfaisantes pour l'ensemble des stations.
- La conductivité augmente vers l'aval des rivières du bassin versant de la rivière du Berger, et ce, de manière significative (d'un rapport de 12 fois entre les stations P06RB et BQ15).
- Bien que les valeurs de pH restent dans la catégorie « bonne », une augmentation importante du pH peut être observée entre les stations P06RB et BQ15, passant d'une moyenne de 7,07 à 8,08.

4.5 Bassin versant de la rivière Lorette

Le tableau 17 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière Lorette (d'amont en aval), la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés.

Tableau 17 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Lorette d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P02RL	Lorette	Station en amont de L'Ancienne-Lorette et en aval d'un secteur agricole.	Au coin de la rue Notre-Dame et de la route de l'Aéroport.
BQ14	Lorette	Juste avant la confluence avec la rivière Saint-Charles (station intégratrice et section de la rivière)	Boulevard Masson (entre les boulevards Hamel et de l'Ormière).

Les figures 37 à 39 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

Le tableau 18 présente un résumé des dépassements de critères de qualité de l'eau par station du bassin versant de la rivière Lorette. La carte à la figure 36 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Lorette et la moyenne des résultats de CF selon les classes proposées par le MDDEP.

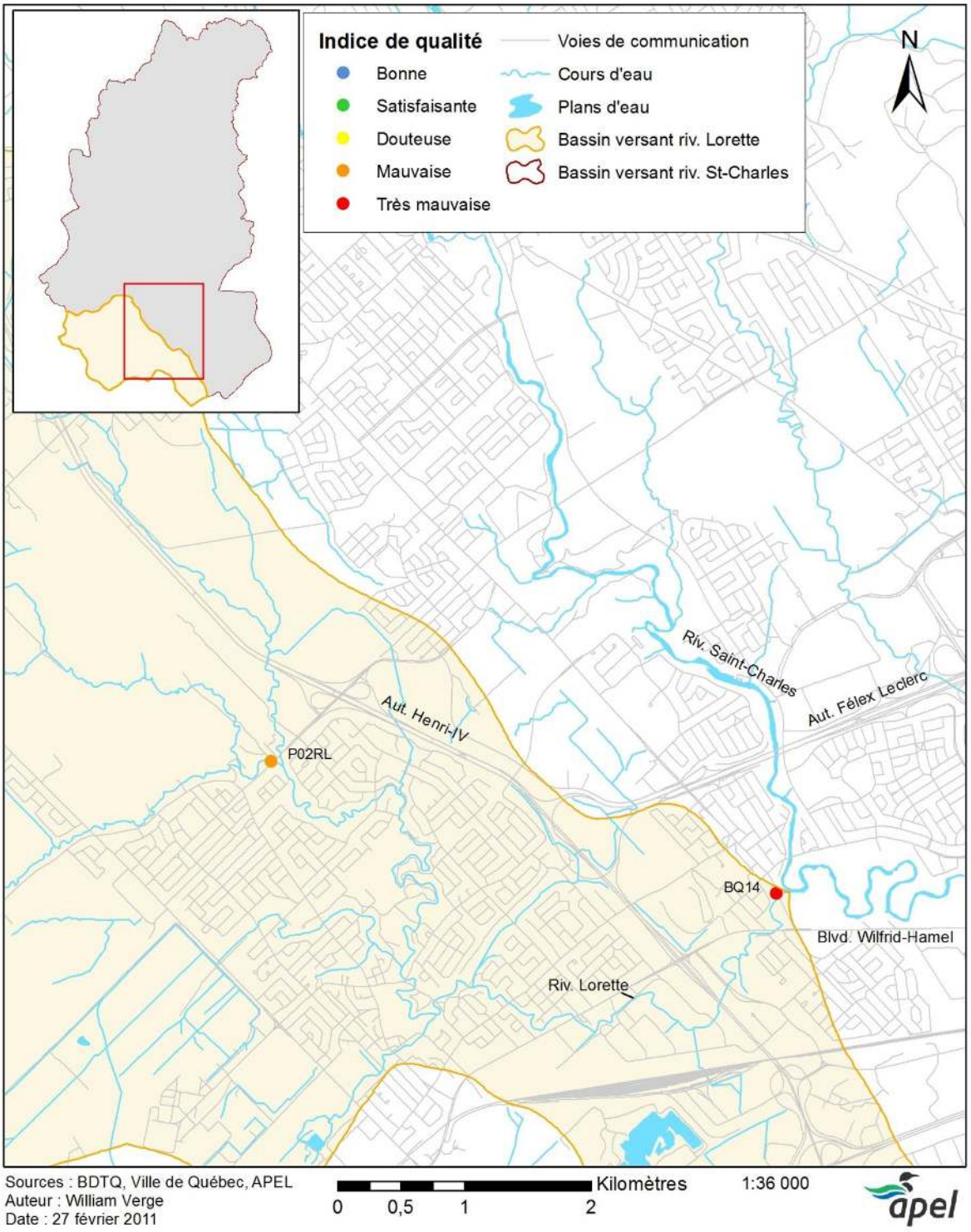

Figure 36 : Moyennes des concentrations en CF dans la rivière Lorette en 2011.

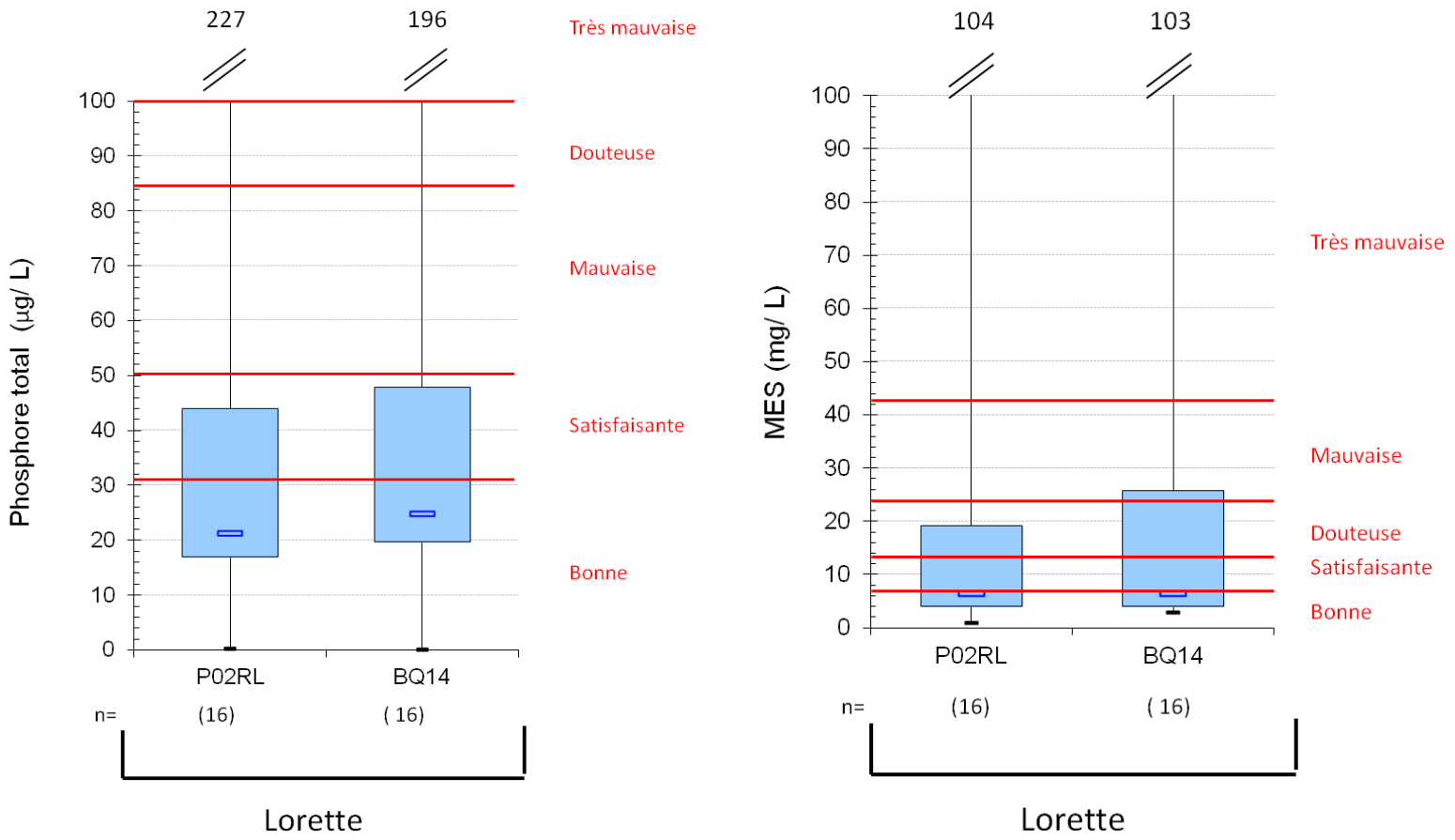

Figure 37 : Concentrations de PT (à droite) et de MES (à gauche) mesurées dans la rivière Lorette en 2011.

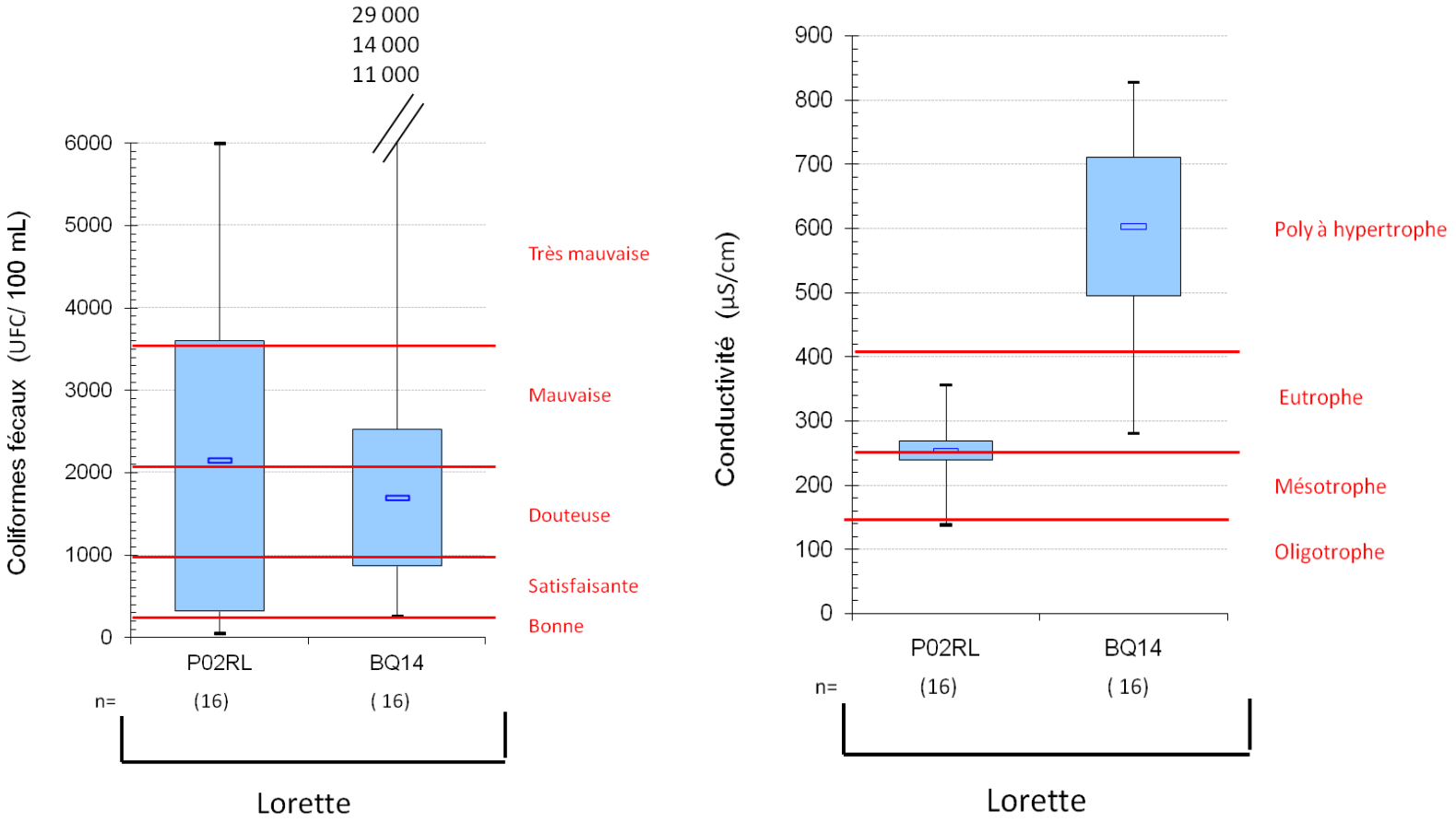

Figure 38 : Concentrations en CF (à gauche) et valeurs de conductivité (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2011.

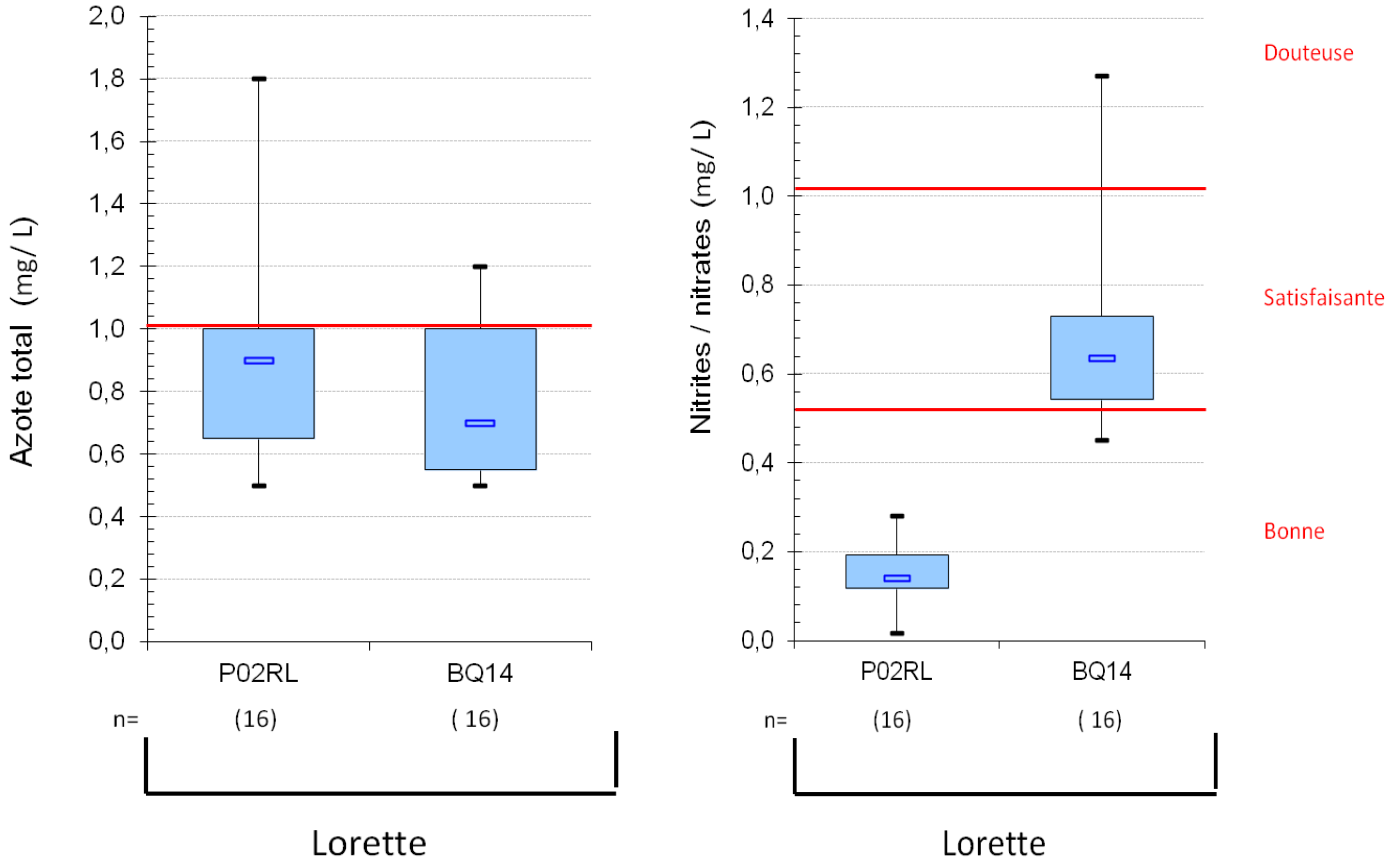

Figure 39 : Concentrations d'azote total (à gauche) et des nitrites/nitrates (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2011.

Tableau 18 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Lorette en 2011.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[7]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P02RL **Lorette**	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16	28 avril 7 juillet 1er août 17août 31 août 26 octobre	PT et MES : les dépassements ont eu lieu en temps de pluie. Cependant, les valeurs restent élevées jusqu'à 24 à 38 h après un temps de pluie. CF : les dépassements ont lieu autant en temps de pluie qu'en temps sec. Étant donné que l'avenue Notre-Dame et le quartier de maisons mobiles à proximité de cette station sont sur égout municipal, la possibilité de branchements croisés doit être considérée. Azote total : les dépassements ont lieu en temps sec et en temps de pluie à l'automne. Une partie de l'explication reste les activités agricoles, mais possiblement aussi les branchements croisés.	Qualité d'eau généralement très mauvaise, surtout en ce qui a trait à la qualité bactériologique de l'eau. Des dépassements en CF de du seuil de 200 UFC/100 mL ont lieu dans 81 % des cas. La contamination fécale est donc déjà très importante en amont de L'Ancienne-Lorette (ayant des problèmes connus d'égouts). La conductivité est également assez élevée (moyenne de 246 µS/cm).
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/16	14 avril 8 juin 1er août 31 août 26 octobre		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 9/16	12 mai 22 juin 7 juillet 18 juillet 1er août 17 août 31 août 15 sept. 28 sept.		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 3/16	31 août 15 sept. 11 oct.		

[7] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la figure 57 à l'annexe 6.6.

BQ14 **Lorette**	PT (> 30 µg/L)	n = 6/16	28 avril 18 juillet 7 juillet 1er août 31 août 26 oct.	PT et MES : associés à des événements de pluie. CF : dépassements en temps sec et en temps de pluie, mais plus accentués en temps de pluie. Azote total : dépassements en temps sec et en temps de pluie. Azote ammoniacal : en temps de pluie. Nitrites/nitrates : en temps de pluie.	Qualité d'eau généralement très mauvaise, surtout en ce qui a trait à la qualité bactériologique de l'eau. Les dépassements en CF du seuil de 200 UFC/100 mL ont lieu dans 100 % des cas. Dépassement en CF du seuil de 1000 UFC/100 mL dans 69 % des cas. De manière générale, une augmentation des composés azotés peut être observée entre les stations P02RL et BQ14.
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/16	14 avril 28 avril 1er août 31 août 15 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 11/16	Toutes les dates sauf : 14 avril 12 mai 11 octobre		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 3/16	7 juillet 31 août 11 octobre 26 octobre		
	Azote ammoniacal (> 0,51 mg/L N)	n = 1/16	18 juillet		
	Nitrites/nitrates (> 1,01 mg/L N)	n = 1/16	1er août		

Photos 5 : Aspect habituel de la rivière Lorette à la station P02RL (1) et BQ14 (2).

4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Lorette

Les résultats des analyses démontrent que :

- On observe des valeurs élevées en PT aux deux stations du bassin versant de la rivière Lorette, et ce, surtout en temps de pluie. Il ne semble pas y avoir d'augmentation de la concentration en PT entre les stations P02RL et BQ14. Les deux stations présentent des pics importants qui ne se reflètent pas nécessairement dans une augmentation amont-aval.
- Les dépassements en MES ont été observés aux deux stations en temps de pluie. Comme pour le PT, les deux stations présentent des pointes importantes, qui ne se reflètent pas nécessairement dans une augmentation amont-aval.
- La qualité bactériologique de la rivière Lorette est déjà mauvaise à très mauvaise à la station P02RL et devient très mauvaise à la station BQ14, et ce, en temps sec comme en temps de pluie, avec une plus forte contamination en temps de pluie.
    - À la station P02RL, on observe des dépassements de > 200 UFC/100 mL dans 81 % des cas et de > 1000 UFC/100 mL dans 56 % des cas.
    - À la station BQ14, on observe des dépassements de > 200 UFC/100 mL dans 100 % des cas et de > 1000 UFC/100 mL dans 69 % des cas. Des données de la BQMA révèlent une moyenne de 5183 UFC/100 mL de 1990 à 1993 (n = 12), par rapport à une moyenne de 4513 UFC/100 mL en 2011 (n = 16). Bien que la moyenne est plus basse en 2011, des pointes de contamination atteignent 29 000 UFC/100 mL (comparativement à 6000 UFC/100 mL pour la période de 1990 à 1993).
    - Il est à noter que le rapport *Qualité d'eau de la rivière Lorette* (CBRSC, 2009) fait état des problèmes d'égouts pluviaux à L'Ancienne-Lorette. Ce rapport explique la

contamination qui s'opère entre les stations P02RL et BQ14. Cependant, le territoire étudié n'incluait pas l'amont de la station P02RL, ce qui implique que le rapport ne faisait pas état de la contamination assez importante à cet endroit.

- Les valeurs de concentration des composés azotés augmentent de manière significative entre les stations P02RL et BQ14.
- La conductivité double entre les stations P02RL et BQ14. Il est à noter que la conductivité est déjà élevée à la station P02RL (moyenne de 246 µS/cm). Cette augmentation ne corrèle pas avec les ions chlorures.
- Bien que les valeurs de pH restent dans la catégorie « bonne », le pH est plus élevé aux stations P02RL et BQ14 (pH moyens de 7,77 et 7,89, respectivement) qu'aux stations du territoire ayant une qualité de l'eau qui est aussi généralement bonne (pH moyen de 7).

4.6 Bassin versant de la rivière Saint-Charles

Le tableau 19 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2011 dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles (d'amont en aval), la justification de la station, ainsi qu'une brève description de la localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau 19, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent les stations témoins ont été identifiées par un encadré.Aussi, nous avons inclus, pour l'analyse des données, celles du Réseau rivières (MDDEP). Pour ces données, les méthodes d'analyse en laboratoire peuvent différer quelque peu.

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles d'amont en aval incluant la localisation et la justification du choix de la station.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E04	Rivière Saint-Charles	Station en aval du lac Saint-Charles. Connaître la qualité de l'eau du lac Saint-Charles. (Station témoin)	Sur le pont de la rue Delage.
E29	Rivière Saint-Charles	En amont de la confluence avec le ruisseau des Eaux Fraîches et en aval de la confluence avec la rivière Jaune. En aval d'un secteur urbanisé de la rivière (section de la rivière).	Un pont sur la rue Jacques-Bédard.
REF01	Ruisseau des Eaux Fraîches	Station en aval du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches juste avant sa confluence avec la rivière Saint-Charles (station intégratrice).	Ponceau sur la rue des Amélanchiers.
E05	Rivière Saint-Charles	Station en amont de la confluence avec la rivière Nelson (section de la rivière).	Au bout de la rue de la Rivière-Nelson.
BQ03 (BQMA)	Rivière Saint-Charles	Station en aval de Château-d'Eau, en aval de la confluence avec la rivière Nelson et en amont de la confluence avec les rivières Lorette et du Berger (section de la rivière).	Pont du boulevard Bastien.
BQ20	Rivière Saint-Charles	Station en aval de la confluence avec les rivières Lorette et du Berger (section de la rivière).	Boulevard Central.

BQ02 (BQMA)	Rivière Saint-Charles	Section de la rivière.	Pont Scott.
BQ17 (BQMA)	Rivière Saint-Charles	Section de la rivière et station intégratrice de la rivière Saint-Charles, juste avant de se jeter dans le fleuve Saint-Laurent.	Pont Dorchester.

Les figures 41 à 44 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de boites à moustaches. Seuls les résultats des paramètres où un dépassement des seuils établis par le MDDEP a pu être recensé ont été retenus pour la représentation dans ce rapport.

Le tableau 20 présente un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau par station du bassin versant de la rivière Saint-Charles. La carte à la figure 40 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Saint-Charles et la moyenne des valeurs de CF selon les classes proposées par le MDDEP.

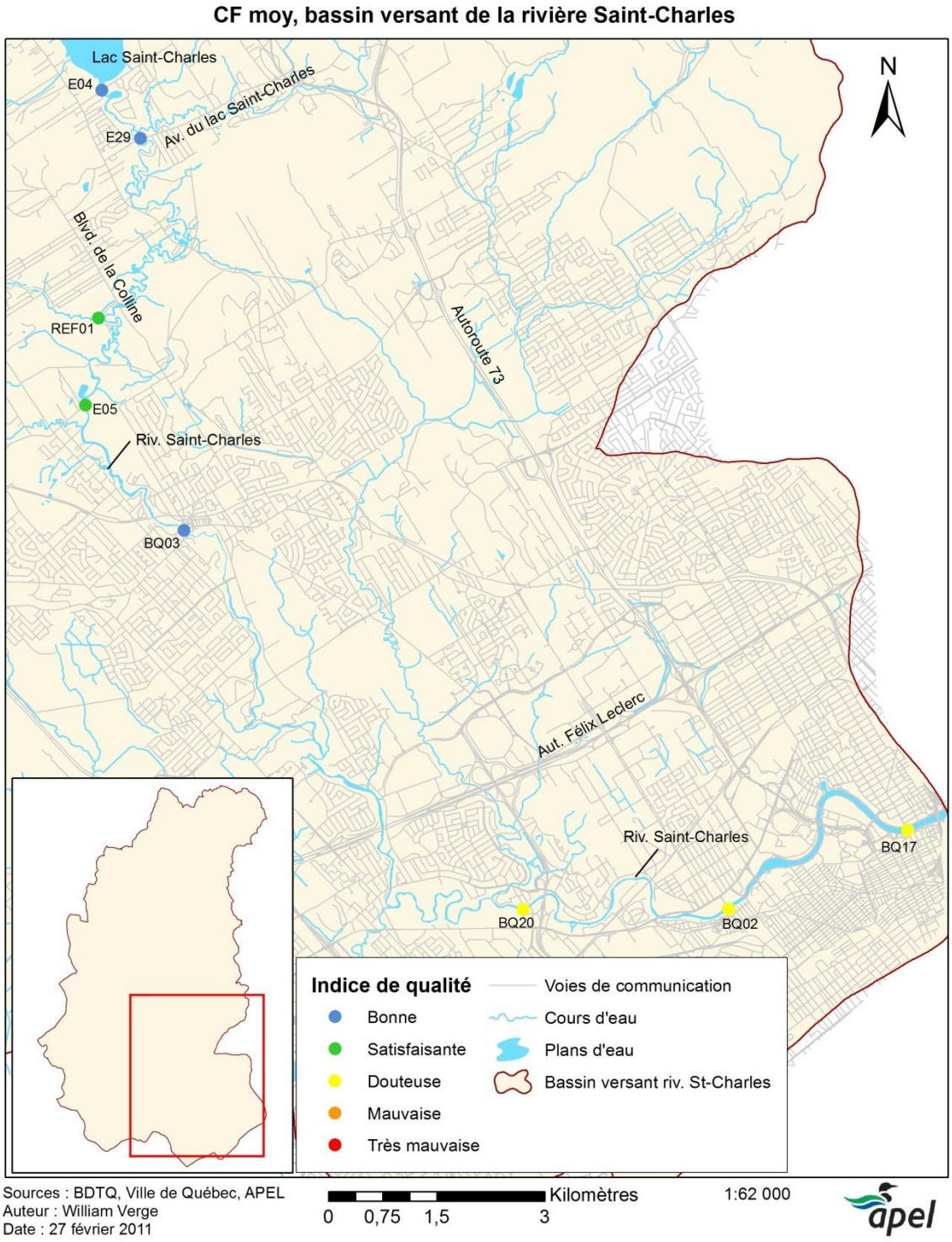

Figure 40 : Moyennes des valeurs de CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011.

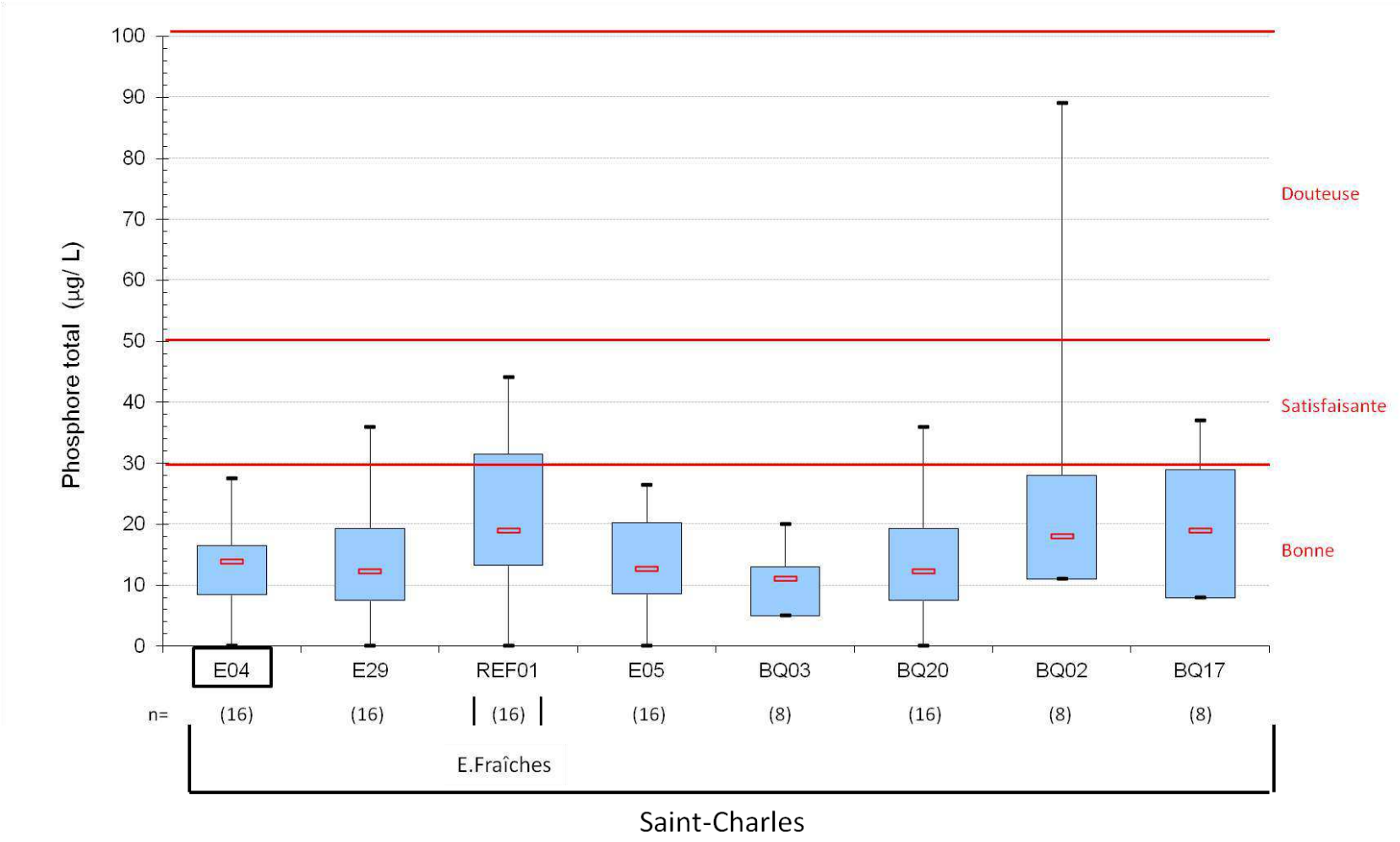

Figure 41 : Concentrations de PT mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011.

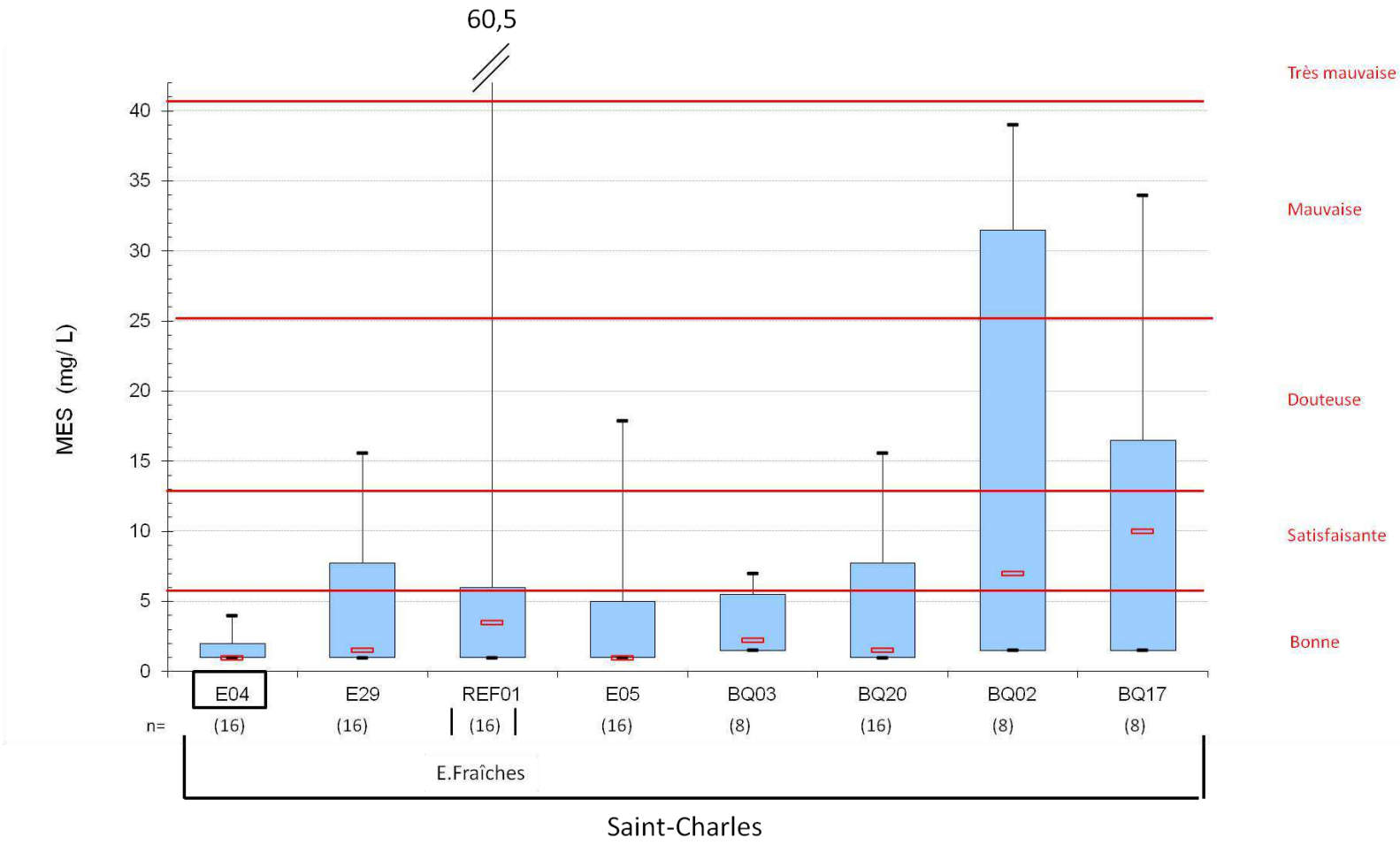

Figure 42 : Concentration de MES mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011.

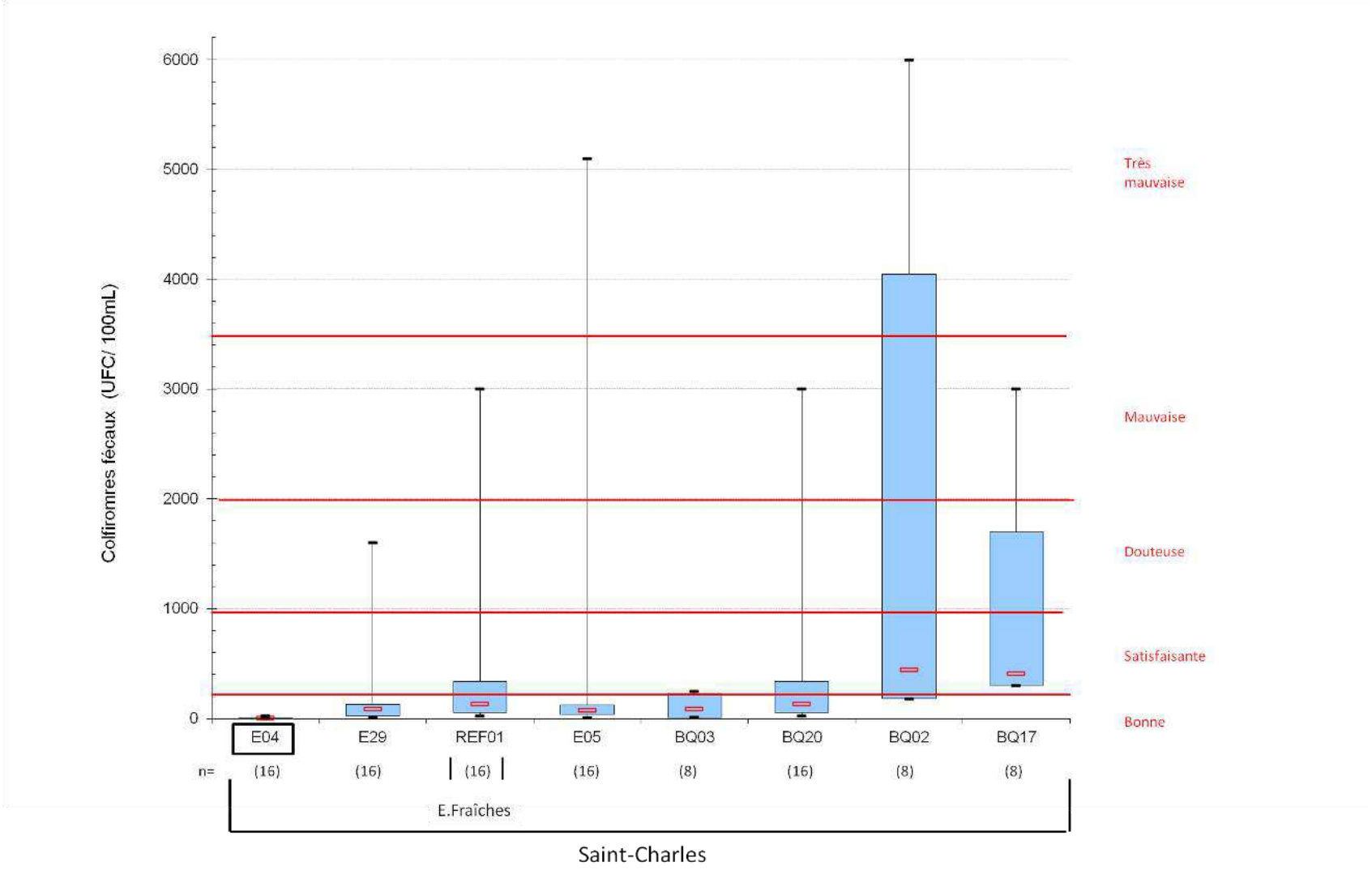

Figure 43 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2001.

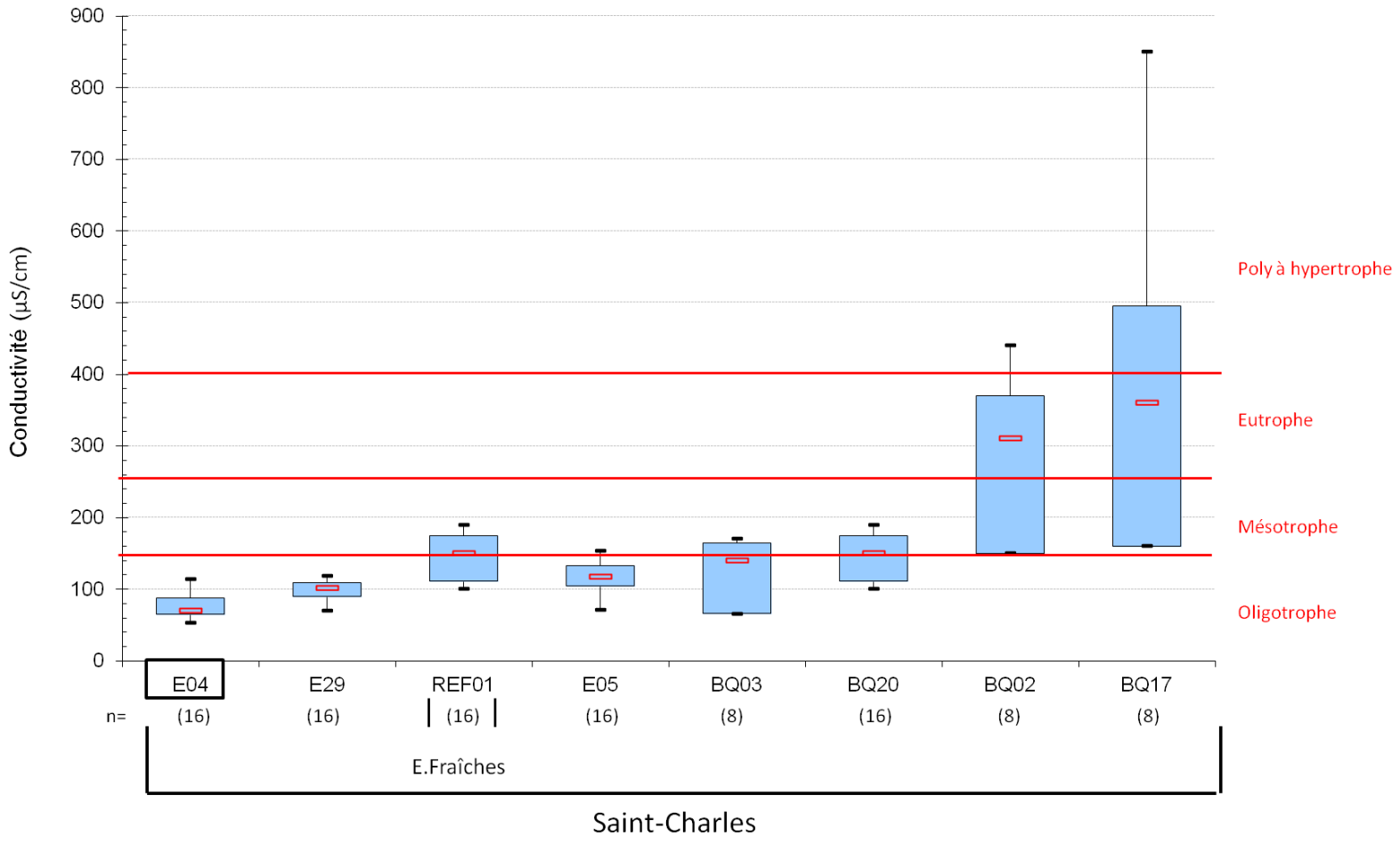

Figure 44 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches en 2011.

Tableau 20 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[8]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E04 **Saint-Charles**	Aucun dépassement	n = 0/16			Qualité d'eau bonne (photo 6).
E29 Saint-Charles	PT (> 30 µg/L)	n = 1/16	27 avril	PT, MES et MES : associés à des événements de très forte pluie.	Qualité d'eau généralement bonne. En dehors du dépassement en CF le 21 juillet, tous les résultats des CF se trouvent en déca du seuil de 200 UFC/100 mL. Le 11 mai, les MES étaient plus élevées en temps sec dû aux événements à Charlesbourg (voir station E28 ce jour-là).
	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	21 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
REF01 **Eaux Fraîches**	PT (> 30 µg/L)	n = 5/16	27 avril 24 mai 4 juillet 21 juillet 30 août	PT : associés à des événements de pluie. La plus forte concentration a été mesurée le 21 juillet, suite à de très fortes pluies. MES et CF : suite à de très fortes pluies. Azote total : associés à des événements de pluie.	Qualité d'eau généralement bonne à satisfaisante. Il semble que les actions prises suite au rapport d'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches aient contribué à l'amélioration de la qualité de l'eau du ruisseau (APEL, 2010).
	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	21 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	21 juillet		
	Azote total (> 1 mg/L)	n = 3/16	21 juillet 30 août 26 sept.		
E05 Saint-Charles	MES (> 13 mg/L)	n = 1/16	13 avril	MES: associé à un événement de pluie. Cependant, une corrélation	Qualité d'eau généralement bonne.

[8] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la figure 58 de l'annexe 6.3.

	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 1/16	25 octobre	avec des stations en amont ne peut être établie. En amont, ce jour-là, les valeurs pour les MES étaient très basses. CF: Bris d'une conduite d'égout ave. Lapierre (Comm. J.Deschênes 2012).	Amélioration globale de la qualité bactériologique depuis 2008 (figure 45).
BQ03 Saint Charles	Aucun dépassement	n = 0/8		Seulement trois dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL.	Qualité d'eau bonne
BQ20 Saint-Charles	PT (> 30 µg/L)	n = 2/16	28 avril 15 sept.	PT et MES : associés à des temps de pluie. La plus forte concentration pour les deux paramètres a été obtenue le 28 avril, en période de fonte printanière. CF : généralement associés à des événements de pluie. Les apports des rivières du Berger et Lorette y contribuent probablement.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à très mauvaise, surtout concernant la qualité bactériologique. Il semble que les apports des rivières du Berger et Lorette soient dilués dans la rivière Saint-Charles.
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/16	14 avril 28 avril 1er août 31 août 15 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 6/16	28 avril 7 juillet 1er août 17 août 31 août 15 sept. 26 octobre		
BQ02 Saint-Charles	PT (> 30 µg/L)	n = 1/8	13 juin	Les contextes ne sont pas disponibles.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à très mauvaise, surtout concernant la qualité bactériologique. 89 % des échantillons dépassent le seuil de 200 UFC/100 mL.
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 3/8	13 juin 11 juillet 15 août		

BQ17 Saint-Charles	PT (> 30 µg/L)	n = 3/12	17 janvier 11 avril 13 juin	Les contextes ne sont pas disponibles.	Qualité d'eau généralement satisfaisante à douteuse, surtout concernant la qualité bactériologique. 89 % des échantillons dépassent le seuil de 200 UFC/100 mL. Il est à noter que les dépassements sont moins importants qu'à la station BQ02 (photo 6).
	MES (> 13 mg/L)	n = 5/12	17 janvier 11 avril 13 juin 11 juillet 12 sept.		
	CF (> 1000 UFC/100 mL)	n = 5/12	14 mars 11 avril 13 juin 11 juillet 15 août		
Note: *Les stations situées en zones urbanisées (BQ20 à BQ17) sont affectées par des apports épisodiques d'eaux usées. Cette contamination est occasionnée par des débordements du réseau d'égout vers le réseau pluvial en temps de pluie (Comm. J.Deschênes, 2012).*					

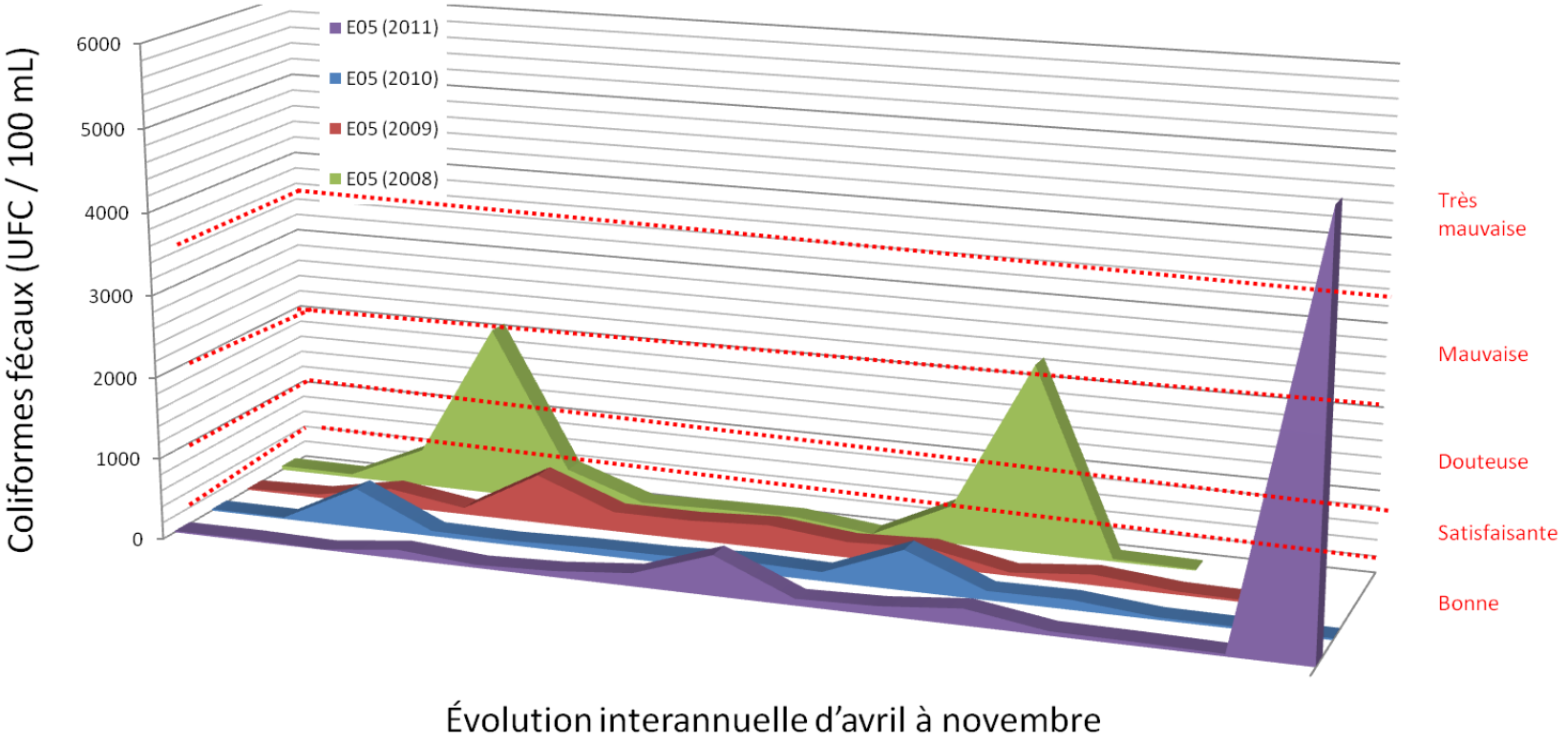

Figure 45 : Amélioration globale de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 depuis 2008.

Photos 6 : Évolution amont-aval de la rivière Saint-Charles; station E04 (1), BQ03 (2) et BQ17 (3).

4.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles

Les résultats des analyses démontrent que :

- On observe des valeurs élevées en PT aux trois stations du haut-bassin versant (E29, E05 et REF01) de la rivière Saint-Charles surtout en temps de pluie. Puis, une augmentation graduelle des concentrations en PT est constatée entre les stations E04 et BQ17. Le ruisseau des Eaux Fraîches semble représenter un apport significatif en PT.
- Les dépassements en MES ont été :
    - Nuls pour la station E04 (exutoire du lac Saint-Charles);
    - Observés qu'une fois et associés à des événements de pluie pour les stations E29, REF01, E05 et BQ03;
    - Plus fréquents pour les stations BQ20, BQ02 et BQ17. Ils semblent, entre autres, être associés à la fonte des neiges, à des événements de pluie et à des apports des rivières Lorette et du Berger.
- La qualité bactériologique de la rivière Saint-Charles passe d'une catégorie « très bonne » à « très mauvaise », puis à « mauvaise ».
    - À la station E04 aucun dépassement du seuil de 200 UFC/100 mL n'a été observé.
    - À la station E29, un seul dépassement de 1000 UFC/100 mL a été observé lors d'une forte pluie. Le seuil de 200 UFC/100 mL a été dépassé seulement à cette occasion.
    - Le ruisseau des Eaux Fraîches (REF01) semble présenter une amélioration de la qualité bactériologique de son eau depuis 2010. Seulement six faibles dépassements du seuil de 200 UFC/100 mL ont pu être observés, dont un seul a excédé 1000 UFC/100 mL.
    - À la station E05, un seul dépassement de 1000 UFC/100 mL a été observé lors d'une forte pluie et deux dépassements de > 200 UFC/100 mL, au total. L'amélioration observée depuis 2007 est donc constante (APEL, 2011).

  - La qualité de l'eau à la station BQ03 en aval de Château-d'Eau est également très satisfaisante.
  - C'est à partir des stations en aval de la confluence des rivières du Berger et Lorette qu'une dégradation importante peut être observée (BQ20 et BQ02), avec une légère amélioration à la station BQ17.
- Les valeurs de concentration des composés azotés sont assez élevées à la station REF01, surtout en comparaison avec les autres résultats du haut-bassin versant. La seule autre station étudiée ayant des valeurs comparables est la BQ17.
- La conductivité connait une progression entre l'amont et l'aval de la rivière Saint-Charles. La plus grande augmentation peut être observée entre les stations BQ20 et BQ02. Ceci est peut-être attribuable à des apports en éléments nutritifs. L'augmentation entre les stations BQ02 et BQ17 s'explique par les fortes valeurs de conductivité associées à la fonte printanière (février à mars à la station BQ17), dates où les autres stations n'ont pas été visitées.
- Les valeurs du pH restent dans la catégorie « bonne », mais une augmentation du pH peut être observée de l'amont vers l'aval. On passe d'une moyenne de pH 7 à la station E04 à une moyenne de 8,07 à la station BQ20 pour les valeurs mesurées par l'APEL. Ces résultats sont compatibles avec les valeurs de la BQMA.

5 Conclusions et recommandations

En 2011, le suivi des rivières s'est étendu du haut-bassin à l'ensemble du bassin versant de la rivière Saint-Charles. Le réseau des stations et les fréquences ont été augmentés à un total de 39 stations desservies toutes les deux semaines. Aussi, le nombre de paramètres mesurés a été accru avec l'ajout de la turbidité, de la chlorophylle *a* et des composés azotés, selon les stations.

Par ailleurs, il est à noter que nous avons inclus dans notre analyse trois stations du Réseau-rivières, visitées une fois par mois, en aval de Château-d'Eau. De plus, une contextualisation des données a été réalisée, ce qui a permis de procéder à une analyse amont-aval approfondie.

Les valeurs de conductivité mesurées dans l'ensemble du bassin versant témoignent d'une augmentation certaine de la charge ionique de l'amont vers l'aval dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles. Cette charge peut être attribuée, en général, à des facteurs d'origine anthropique.

Dans l'ensemble, les résultats de qualité de l'eau obtenus en 2011 dans les cours d'eau du haut-bassin de la rivière Saint-Charles sont cohérents avec ceux observés depuis 2007. Cependant, plusieurs améliorations ont pu être constatées. Les efforts de la Ville de Québec en ce qui a trait à la détection et la réparation de branchements croisés et égouts défectueux, ainsi qu'à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports du suivi des rivières ont été fructueux.

Quelques détériorations ponctuelles ont pu être constatées, surtout en ce qui a trait aux zones affectées par des travaux de l'autoroute 73.

Les résultats et recommandations sont présentés d'abord pour le bassin versant de Château d'eau et ensuite pour le secteur urbain du bassin versant de la rivière Saint-Charles.

- **Bassin versant de la rivière des Hurons**

  La construction de l'autoroute 73 a eu un impact certain sur les concentrations en MES et en PT dans les rivières Noire et des Hurons. De plus, une problématique de contamination fécale semble survenir en aval de la rivière Noire (E11) et en aval de la station E10 (rivière des Hurons). La rivière Hibou subit une légère détérioration en aval du secteur de la station de ski, mais la qualité de l'eau est généralement bonne. La rivière des Trois Petits Lacs présente des concentrations en composés azotés plus élevées que les autres rivières du bassin versant. La station d'épuration des eaux de la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury respecte les normes du MDDEP pour des usines existantes, mais les taux de composés azotés restent élevés.

- **Bassin versant du lac Delage**

  Le niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles au cours de l'été 2011 a causé, à certaines dates, un écoulement inverse vers le lac Delage. Lors de ces écoulements inverses, le lac Delage a semblé s'enrichir en PT. Lorsque l'écoulement est normal, les valeurs de PT

restent normalement basses et la qualité de l'eau est bonne. La station d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage respecte les normes du MDDEP pour des usines en amont d'un lac prioritaire. Cependant, les taux de composés azotés demeurent un peu élevés. Une amélioration des taux de PT et de CF depuis 2010 a néanmoins été observée.

- **Bassin versant de la rivière Jaune**

La rivière Jaune a subi une forte contamination en MES et en PT (E28) en mai suite aux effondrements de sol à Charlesbourg. Cependant, la qualité bactériologique s'est beaucoup améliorée à la station E28 depuis 2007 grâce à la réparation d'un égout dans le secteur de la rue Gaudias-Villeneuve (2010) (Comm. J. Deschênes, 2012). Par contre, la contamination fécale à la station E03 persiste. La conductivité du ruisseau du Valet est plus élevée que dans d'autres ruisseaux de ce bassin. Or, l'enquête sur les sources de contamination du ruisseau du Valet a permis de déceler plusieurs sources de contamination pour ce cours d'eau (APEL, 2011).

- **Bassin versant de la rivière Nelson**

La qualité bactériologique de la rivière Nelson s'est également améliorée depuis 2007. La correction de plusieurs égouts croisés dans le secteur de Val-Bélair a contribué à cette amélioration. Les quelques sources en provenance du ruisseau Savard qui perdurent ont été identifiées lors de l'enquête du ruisseau Savard en 2011 (APEL, 2012). En amont de la rivière Nelson, quelques sources de contamination fécales existent. Aussi, la construction d'habitations en amont de la station E57 a contribué à la turbidité de cette rivière (construction de façon invasive d'un bassin de rétention sur la rue Hamon à Val-Bélair, notamment).

- **Bassin versant de la rivière du Berger**

La rivière du Berger subit une importante contamination fécale dès la station P07RB. Cette contamination se voit accentuée par les apports du ruisseau des Commissaires. La contamination maximale est mesurée en aval du ruisseau, à la station BQ15. Il est à noter que la qualité de l'eau à la station P06RB est excellente. La rapidité de la dégradation amont-aval est remarquable.

- **Bassin versant de la rivière Lorette**

Les résultats d'analyses confirment une contamination fécale importante à la station BQ14 causée par des égouts défectueux (CBRSC, 2009). Or, une contamination fécale importante affecte déjà la station P02RL, en amont de L'Ancienne-Lorette. La contamination bactériologique est accompagnée par des fortes concentrations en MES et en PT en temps de pluie.

- **Bassin versant de la rivière Saint-Charles**

La qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles est bonne en amont de Château-d'Eau. En effet, l'amélioration de la qualité de l'eau observée à la station E05 (APEL, 2011) se confirme en 2011. D'ailleurs, la qualité de l'eau à la station REF01 semble également s'être

améliorée depuis l'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches (APEL, 2010). En aval de la prise d'eau potable, la qualité de l'eau se détériore graduellement, et ce, après la confluence avec les rivières Lorette et du Berger (BQ20). Or, la qualité de l'eau empire encore entre les stations BQ20 et BQ02. Une légère amélioration semble survenir entre les stations BQ02 et BQ17.

Le tableau 21 présente les recommandations qui découlent du suivi des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011.

Tableau 21 : Tableau des recommandations.

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
Bassin versant de Château d'eau		
Bassin versant de la rivière des Hurons		
Valeurs élevées en MES et en PT causées par la construction de l'autoroute 73.	P07RH P06RH E12	Implantation rapide de la végétation en bordure de l'autoroute et des lacs artificiels aménagés sur la rivière Noire afin de stabiliser le sol. Suivi des sels de voirie lors de la campagne de 2013 suite à la mise en service de l'autoroute.
Indices de contamination de la rivière des Hurons par des installations septiques.	E11 E51	Informer 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.
La rivière des Trois Petits Lacs présente des valeurs en composés azotés plus élevées que les autres rivières du bassin versant, possiblement dues à une activité agricole et/ou des barrages de castor dans ce secteur.	E09	Des stations d'échantillonnage devraient être ajoutées sur ce cours d'eau lors de la campagne de 2013.
La station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury répond aux normes. Cependant, les valeurs de PT et des composés azotés dépassent ceux recommandés pour la protection des lacs et des rivières.	E55	Informer la Municipalité et le MDDEP des résultats de PT et de composés azotés. Évaluer la possibilité d'un soutien technique pour l'opérateur de l'usine afin d'améliorer les performances.

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
		Continuer le suivi de la décharge. Perfectionner les installations et améliorer les performances de l'usine d'épuration.
Bassin versant du lac Delage		
Baisse de la médiane en PT et en CF depuis 2010. Il y a un nouvel opérateur à la station d'épuration des eaux usées depuis 2011. Les valeurs des composés azotés sont trop élevées pour des rejets en amont d'un lac.	E54	Informer la Ville de Lac-Delage et le MDDEP des résultats de PT et des composés azotés. Évaluer la possibilité d'un soutien technique pour l'opérateur de l'usine afin d'améliorer les performances. Continuer le suivi de la décharge. Perfectionner les installations et améliorer les performances de l'usine d'épuration.
Le lac Delage a subi un enrichissement en PT par le lac Saint-Charles en 2011. Le niveau du lac Saint-Charles était très élevé en 2011.	E02	Surveiller le niveau d'eau du lac Saint-Charles. Les crues prolongées risquent d'augmenter la quantité de matière organique dans le lac Delage et de contribuer à son eutrophisation. Puisqu'un contrôle du niveau n'est pas toujours possible, la diminution des rejets de l'usine de Lac-Delage doit être poursuivie.
Bassin versant de la rivière Jaune		
La contamination fécale persiste à la station E03 en temps de pluie et en temps sec.	E03	Informer la Municipalité de Lac-Beauport des résultats. Continuer le suivi des CF dans la rivière Jaune suite à la connexion à l'égout des habitations du secteur Mont-Cervin (enquête approfondie du secteur prévue pour 2013).
Contamination fécale moins importante en 2011 qui semble attribuable à la réparation d'égouts par la Ville de Québec en amont de ce secteur. Or, la conductivité témoigne d'une augmentation certaine de la charge ionique depuis la station E03.	E28	Une enquête est prévue pour 2013. Les diverses sources de contamination seront alors à l'étude.
Conductivité élevée au ruisseau du Valet.	E24	Consulter le rapport d'enquête

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
		approfondie réalisé par l'APEL (2011) et appliquer des mesures correctrices.
Bassin versant de la rivière Nelson		
Tendance à la dégradation de la qualité bactériologique de la rivière Nelson en amont de Val-Bélair depuis 2008. De plus, les concentrations de PT sont élevées à ces stations et lors des pluies, les concentrations en MES sont importantes.	E33 E34 E57	Une enquête du secteur entre les stations E57 et E34, ainsi qu'en amont de l'E33 devrait être réalisée (idéalement en 2013, 2014 ou 2015). Il serait pertinent d'inclure des stations d'échantillonnage plus en amont sur la rivière afin de mieux circonscrire les sources de la dégradation. Les responsables en environnement de la base militaire Valcartier et de la Municipalité de Saint-Gabriel de Valcartier devraient être contactés afin qu'une enquête éventuelle s'étende sur leur territoire (entre les stations E33 et E34).
Contaminations importantes en CF, MES et PT dans le ruisseau Savard.	P02RN	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2012) et appliquer des mesures correctrices.
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 E29	Poursuivre le suivi des CF près de la prise d'eau.
Tendance à l'amélioration de la qualité bactériologique dans le ruisseau des Eaux Fraîches.	REF01	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2010) et continuer à appliquer des mesures correctrices.
<u>Secteur urbain du bassin versant de la rivière Saint-Charles</u>		
Bassin versant de la rivière du Berger		
Détérioration de la qualité de l'eau en général (surtout concernant les CF).	P07RB P03RB P02RB P04RB BQ15	Vérifier s'il y a des branchements croisés dans les secteurs liés à ces stations. Poursuivre l'enquête en cours pour le ruisseau des Commissaires et la rivière du Berger (Comm. J.Deschênes 2012)

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
Détérioration ponctuelle de l'eau en CF et en MES.	P06RH	Le lac Flamand refoule vers la station P06RH. Lors de ce refoulement, le seuil de CF pour la baignade a été dépassé. Il faut s'assurer que le suivi du lac Flamand est bien en place en été (camping avec baignade). Le dépassement en MES est causé par un déversement. Il s'est avéré que des travailleurs et un contremaître de la Ville de Québec n'étaient pas au courant de la gravité du problème, ni des mesures correctives à prendre. Des cours de sensibilisation, de mesures préventives et de première intervention devraient être envisagés.
Bassin versant de la rivière Lorette		
Détérioration de la qualité de l'eau en général (surtout concernant les CF).	P02RL BQ14	Poursuivre les travaux de la Ville de Québec et la collaboration avec la Ville de l'Ancienne Lorette pour corriger les débordements d'eaux usées et les égouts croisés dans ce secteur (Comm. J.Deschênes 2012).
Rivière Saint-Charles en aval de la prise d'eau		
Détérioration de la qualité de l'eau en général (surtout concernant les CF).	BQ20 BQ03 BQ17	Voir rivières du Berger et Lorette.

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 (2010). *Suivi des rivières du haut-bassin de la rivière Saint-Charles. Québec*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord**,** 34 p.

APEL (2012). *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau Savard. Québec*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord**,** 57 p.

APEL (2011). *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau du Valet. Québec*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord**,** 51 p.

Behmel, S. (2010). *Proposition d'un programme de suivi de la qualité d'eau à l'échelle du bassin versant de la rivière Saint-Charles*. Québec, Université Laval **:** 421.

DAVIS, MACKENZIE L. et SUSAN J. MASTEN. 2004. Principles of Environmental Engineering and Science. McGraw Hill, New York, 704 pages.

DESCHÊNES, J. Ville de Québec. Communication personnelle en février 2012.

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.

Pott, R. et D. Remy (2000). *Gewässer des Binnenlandes*. Eugen Ulmer GmbH &Co. 255 p.

Schwoerbel, J. and H. Brendelberger (2005). *Einführung in die Limnologie*. München, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 340 p.

6 Annexes

6.1 Laboratoires et appareils utilisés 2007-2010

Tableau 22 : Laboratoire et appareils utilisés de 2007 à 2010.

Paramètres	Année	Laboratoires et appareils utilisés
Température	2007	Sonde HI 98127
	2008 2009 2010	Sonde multi paramètres HI 9828
pH	2007	Sonde HI 98127
	2008 2009 2010	Sonde multi paramètres HI 9828
Conductivité	2007	Sonde HI 98311
	2008 2009 2010	Sonde multi paramètres HI 9828
Oxygène dissous	2008	Sonde multi paramètres HI 9828
Coliformes fécaux	2007	Laboratoire Maxxam
	2008 2009	Laboratoire Maxxam
	2010	Laboratoire Ville de Québec
Phosphore total	2007	Laboratoire INRS
	2008	Laboratoire INRS
	2009	Laboratoire Maxxam
	2010	Laboratoire Ville de Québec
Matières en suspension	2007	Laboratoire INRS
	2008	Laboratoire INRS
	2009	Laboratoire Maxxam
	2010	Laboratoire Ville de Québec
Chlorophylle *a*	2007	Laboratoire Univ. Laval
	2008	Laboratoire INRS
Carbone organique dissous	2007	Laboratoire INRS
Azote total dissous	2007	Laboratoire INRS
Azote ammoniacal	2007	Laboratoire CEAEQ
Nitrites et Nitrates	2007	Laboratoire CEAEQ

6.2 Pluviométrie, dates d'échantillonnage et stations associées

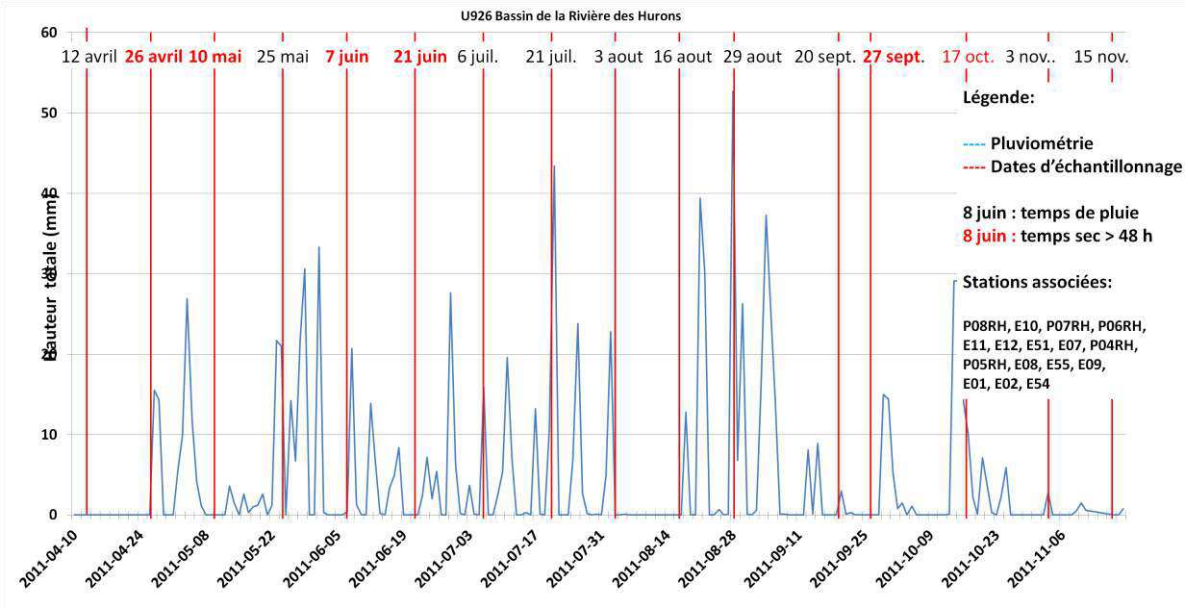

Figure 46 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2011.

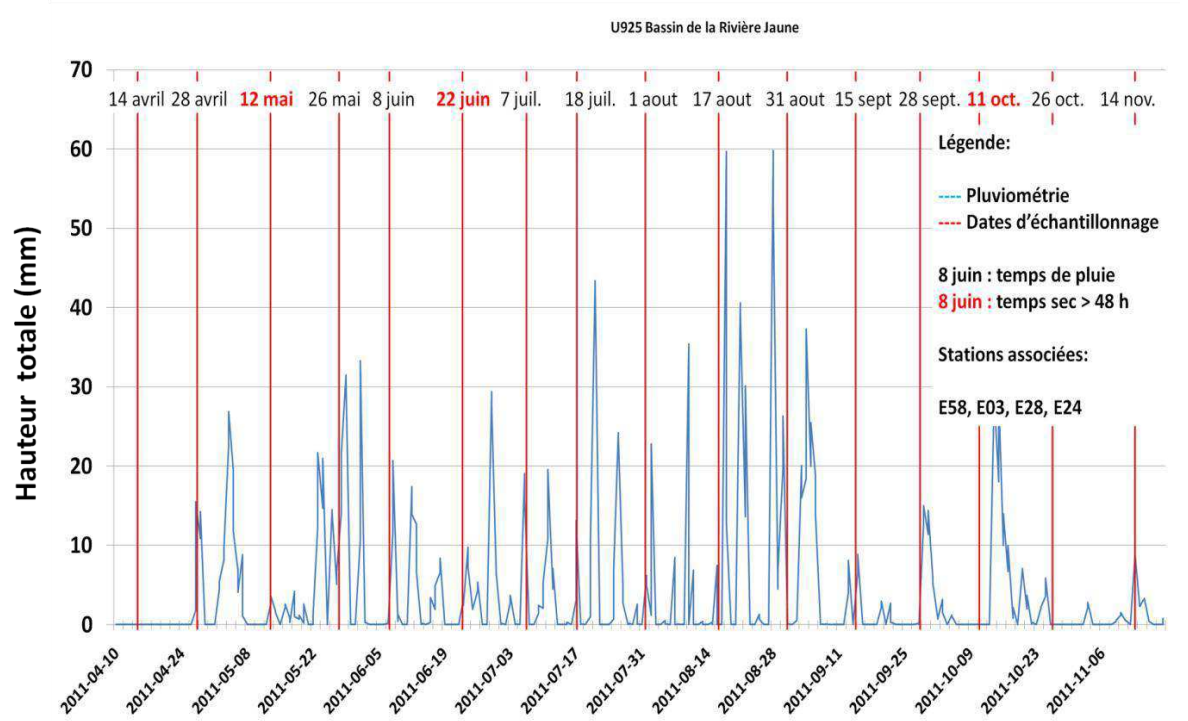

Figure 47 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2011.

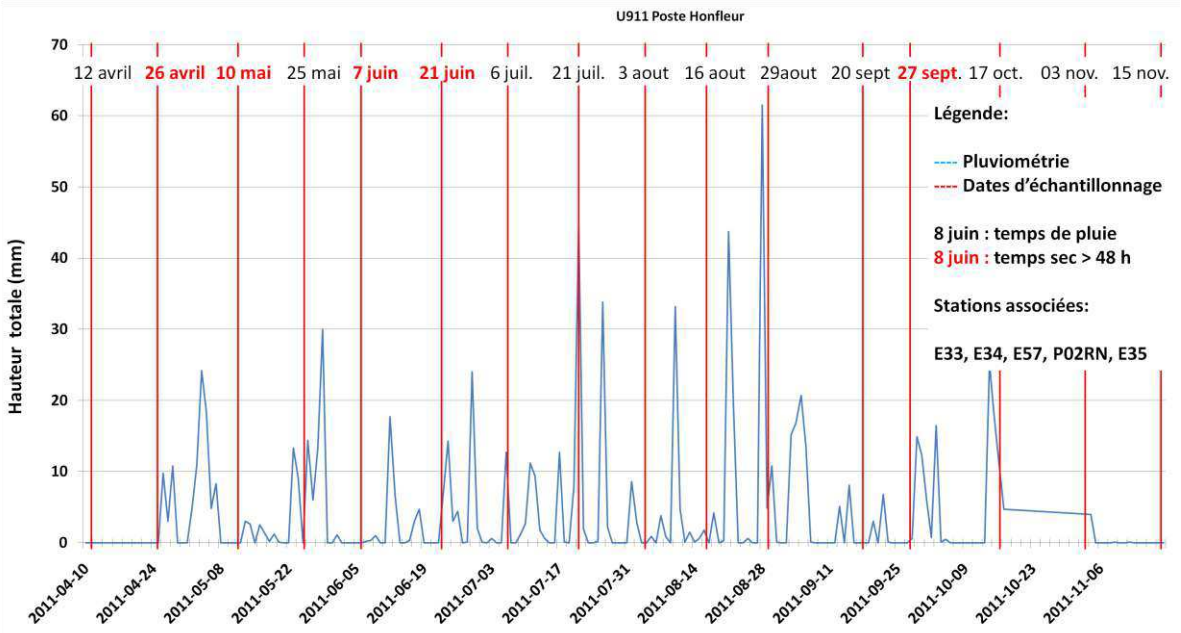

Figure 48 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2011.

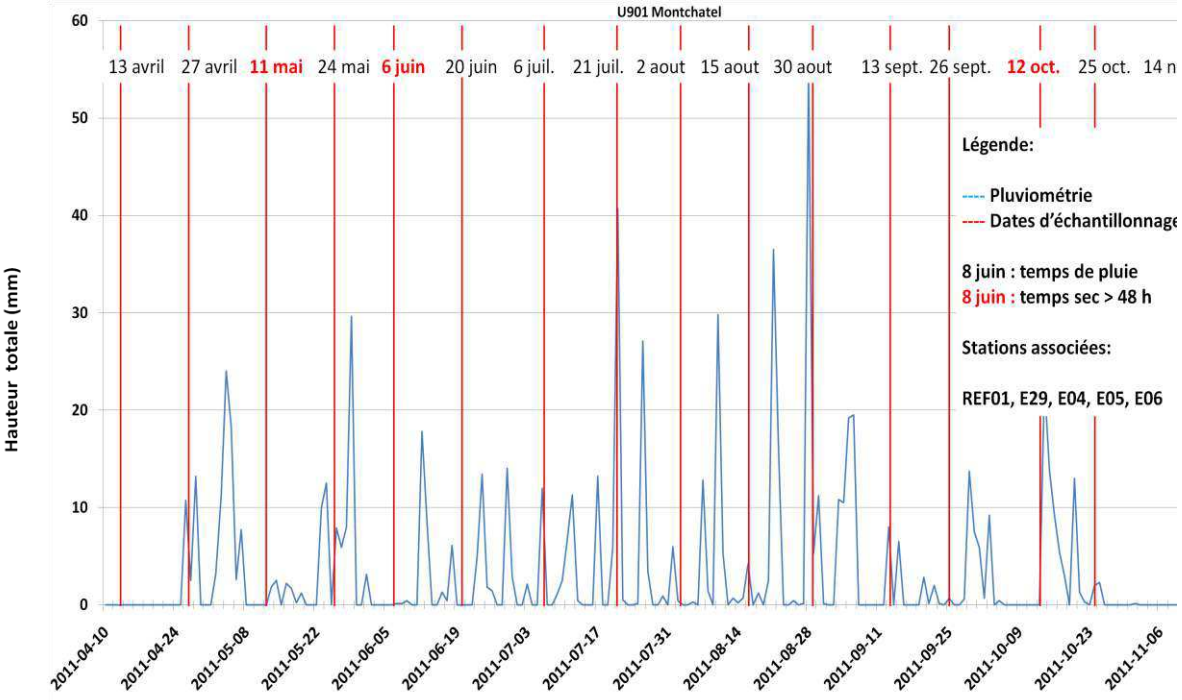

Figure 49 : Pluviométrie à la station U901, poste Montchâtel, en 2011.

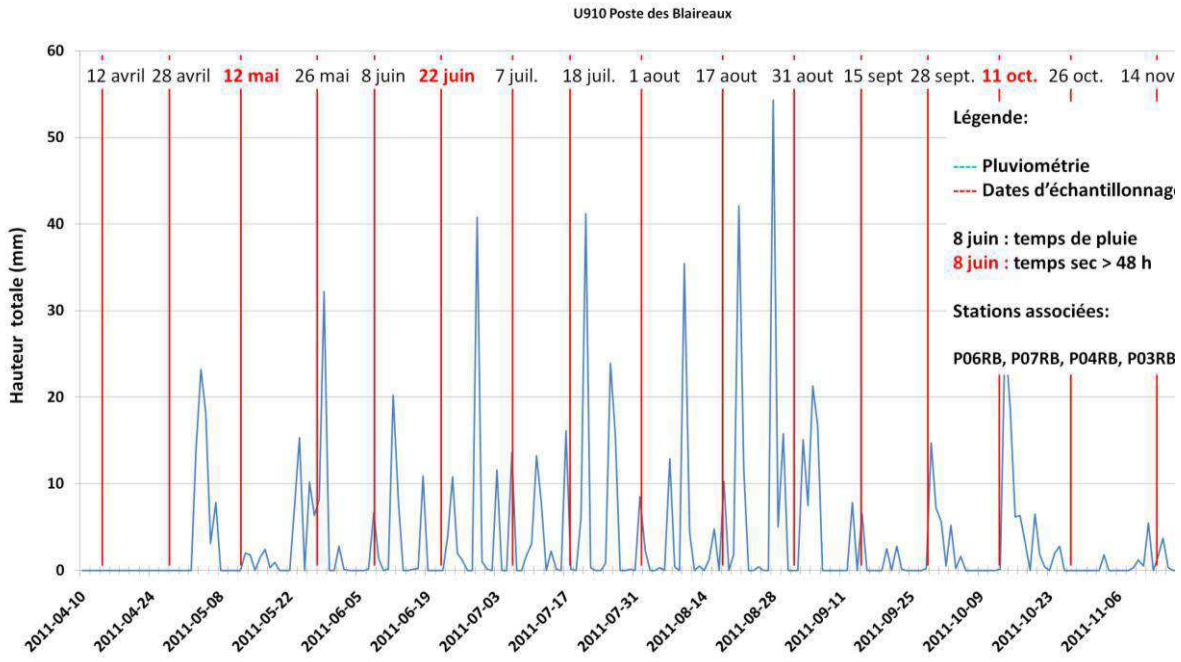

Figure 50 : Pluviométrie à la station U910, poste des Blaireaux, en 2011.

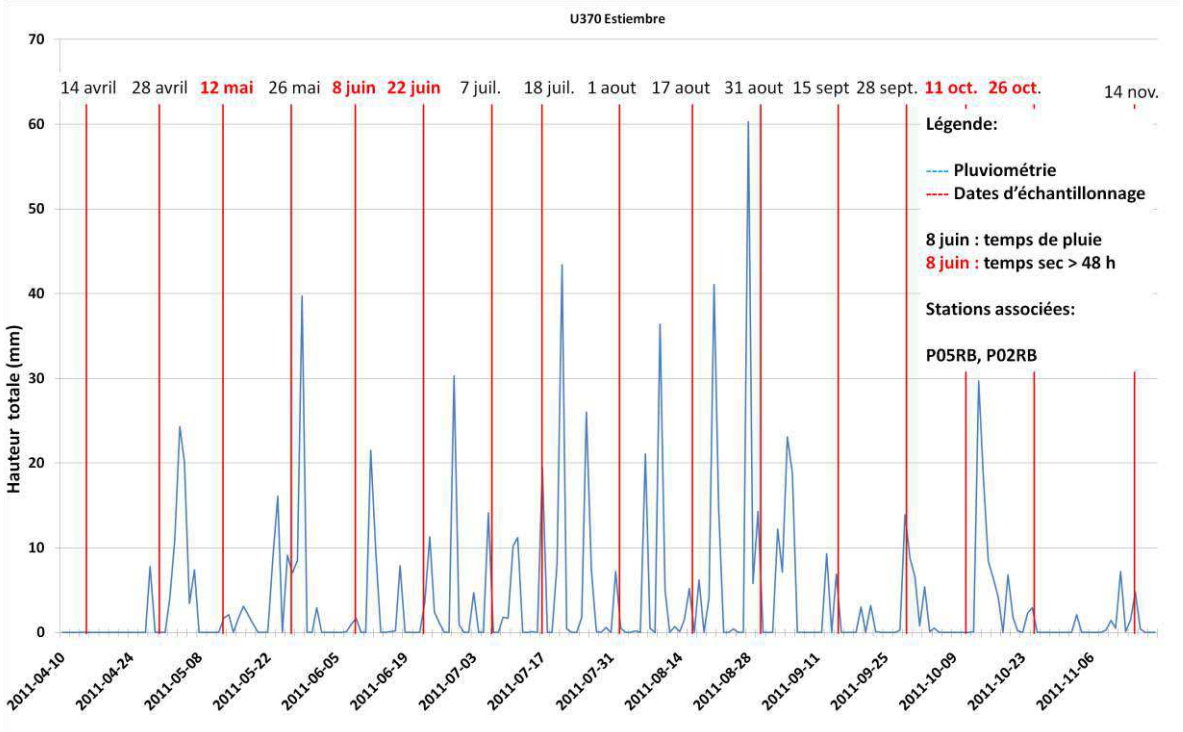

Figure 51 : Pluviométrie à la station U370, poste Estiembre, en 2011.

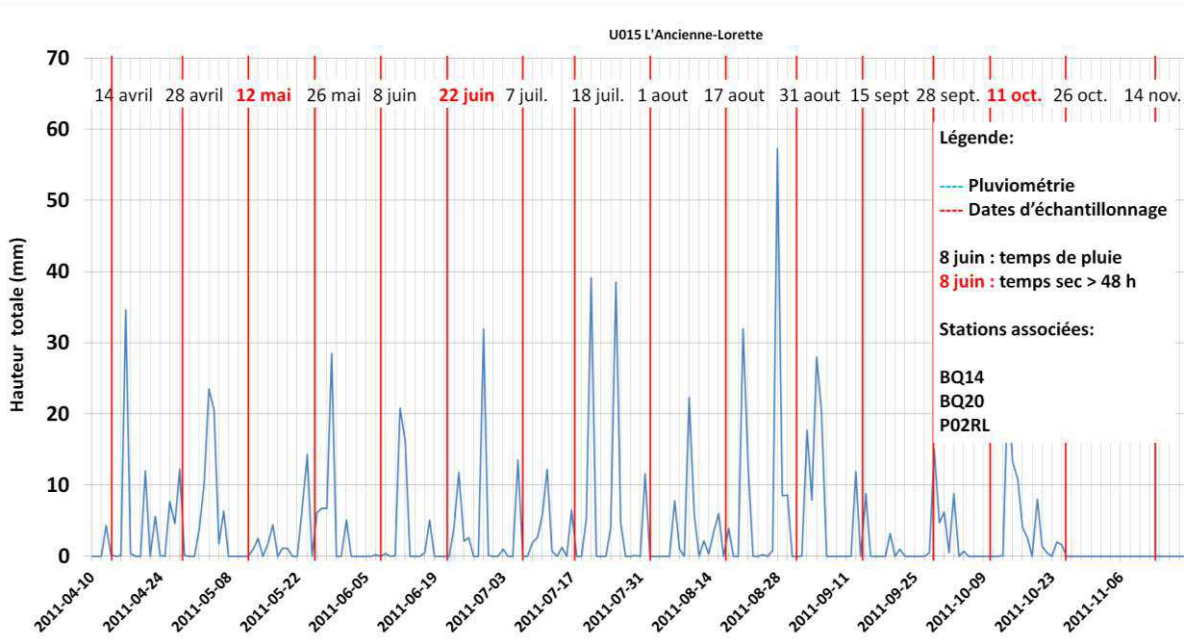

Figure 52 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, en 2011.

6.3 Valeurs de turbidité

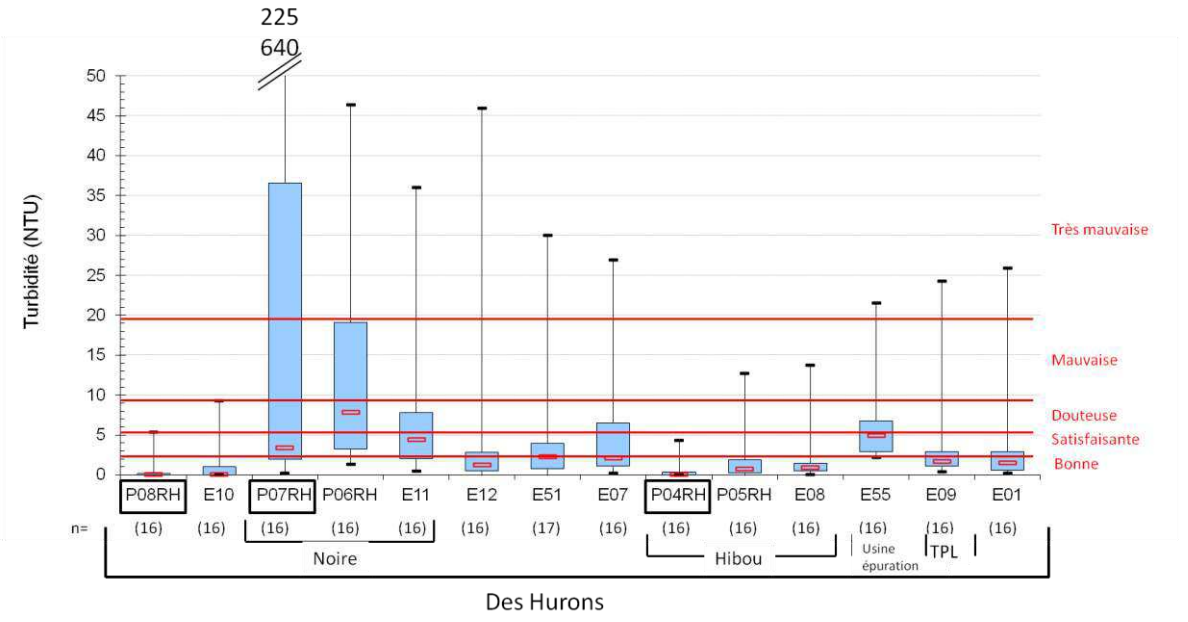

Figure 53 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses tributaires en 2011.

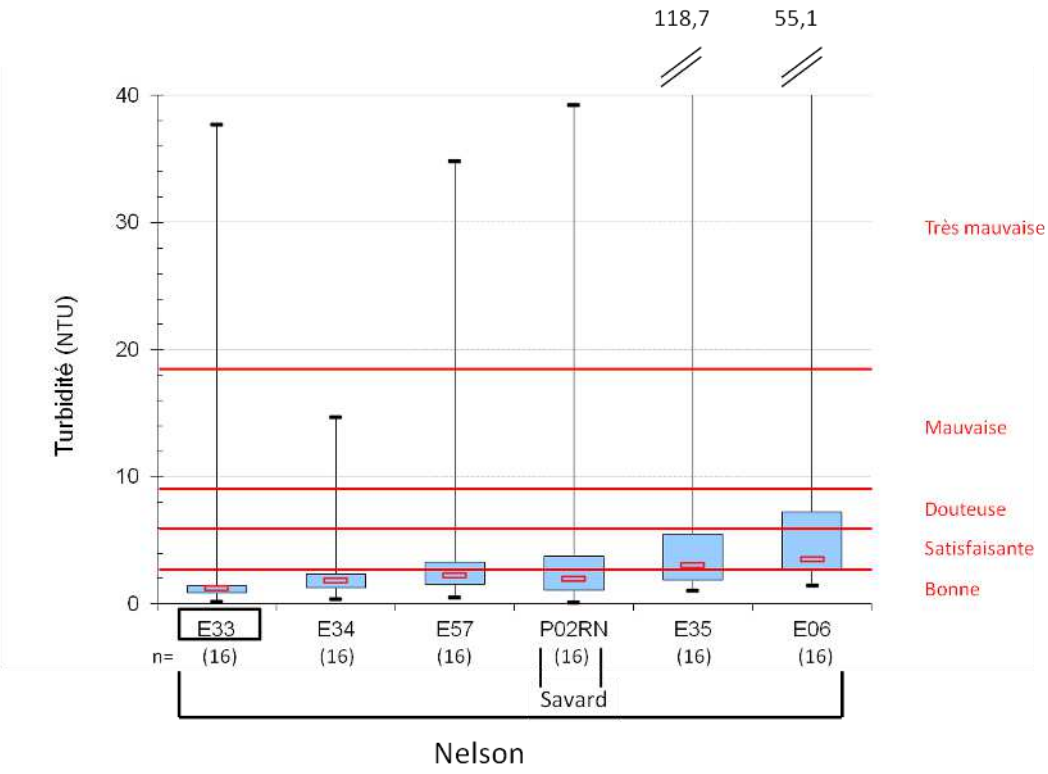

Figure 54 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2011.

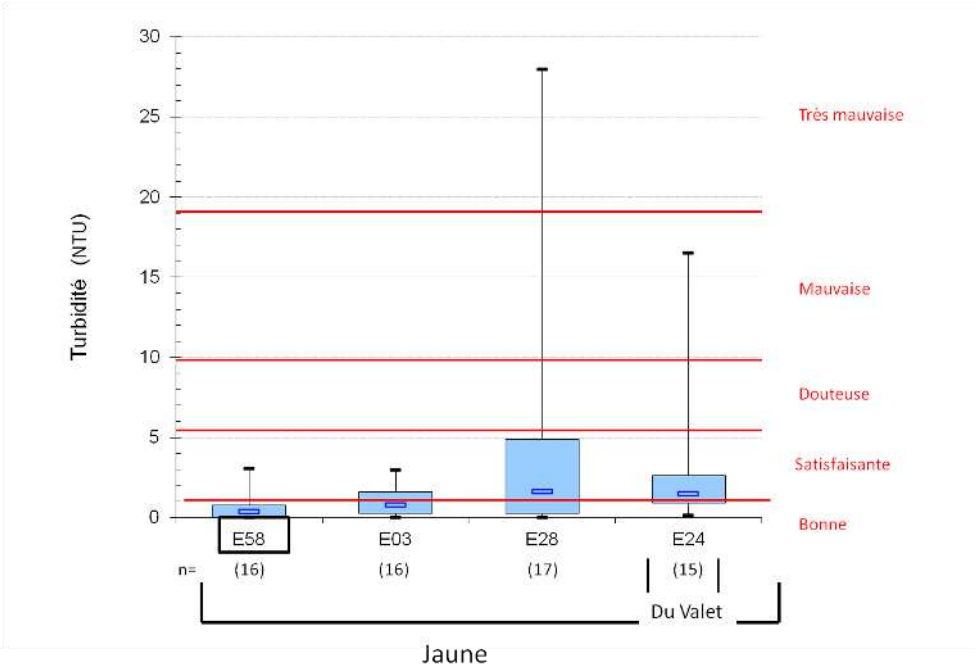

Figure 55 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2011.

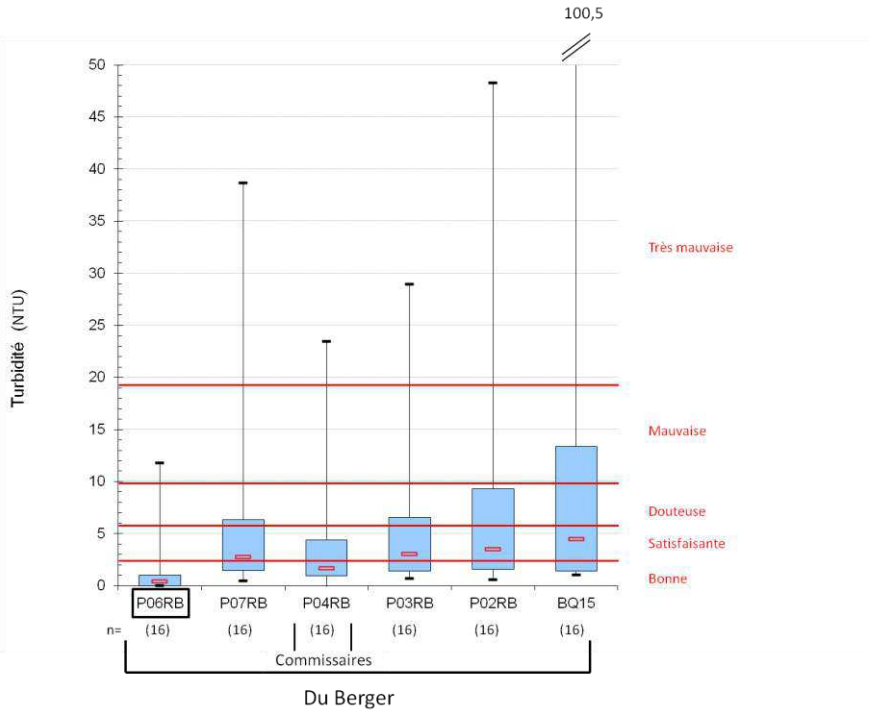

Figure 56 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2011.

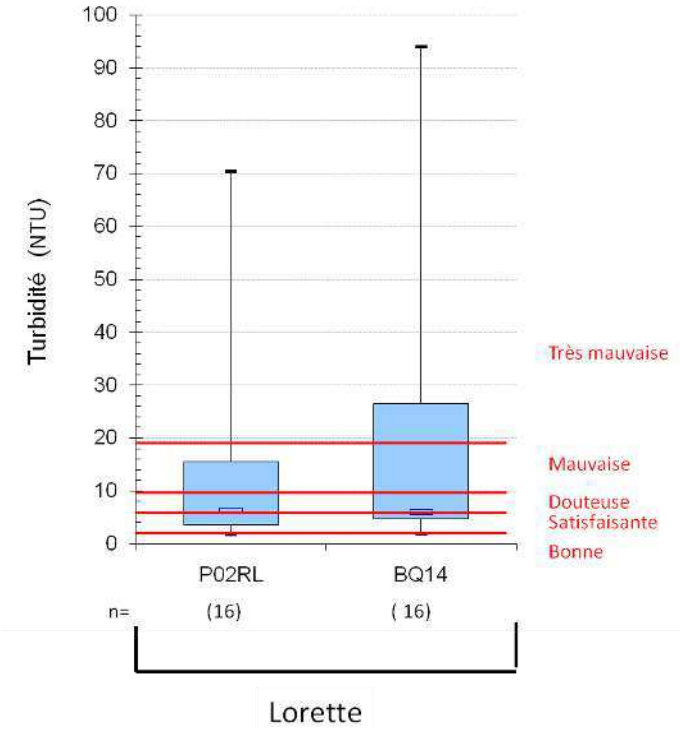

Figure 57 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Lorette en 2011.

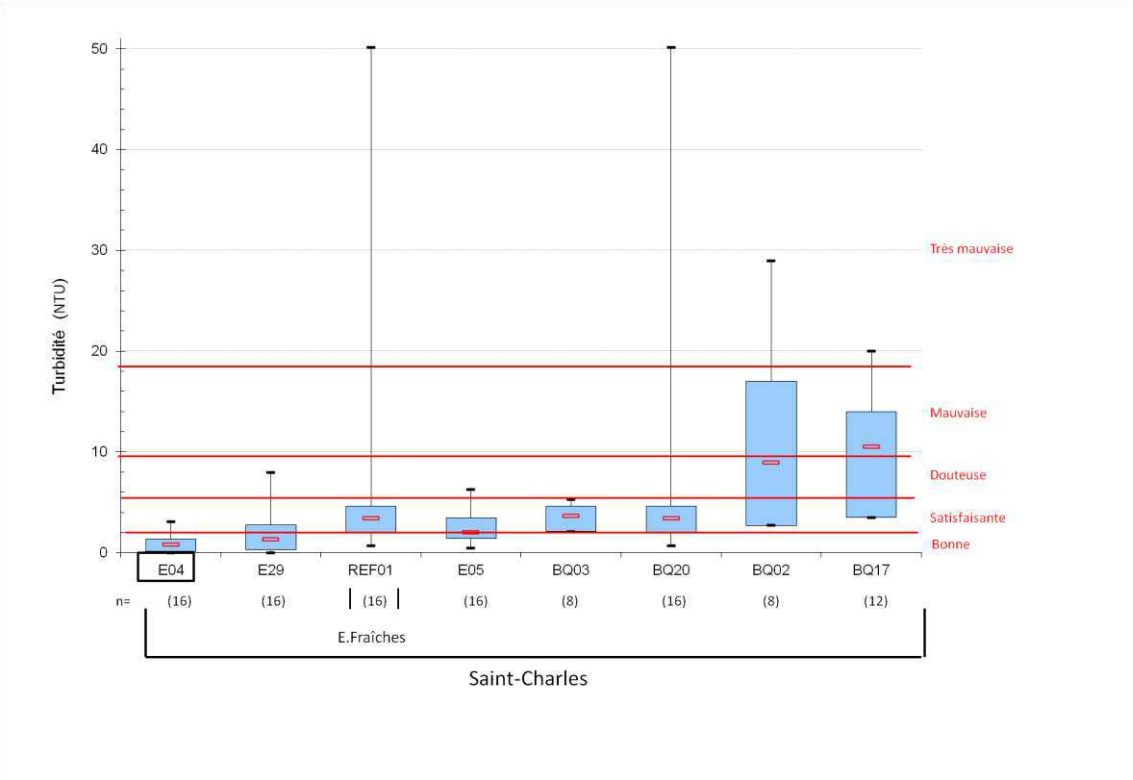

Figure 58 : Valeurs de turbidité mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2011.

6.4 Méthodes de mesure des débits

Méthode 1 : Débit à un point

Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement dans la rivière en un point. Ce point est situé au centre de la rivière, un peu en dessous de la surface. Puisque la vitesse d'écoulement au sein d'une rivière est généralement plus élevée au centre et près de la surface (voir figure 59), les débits obtenus par la méthode à un point sont surestimés. Néanmoins, cette méthode fournit une estimation du débit de façon très rapide. L'instrument utilisé pour mesurer la vitesse de l'écoulement, lorsque possible, est un courantomètre à hélice. Dans les autres cas, un flotteur peut être utilisé.

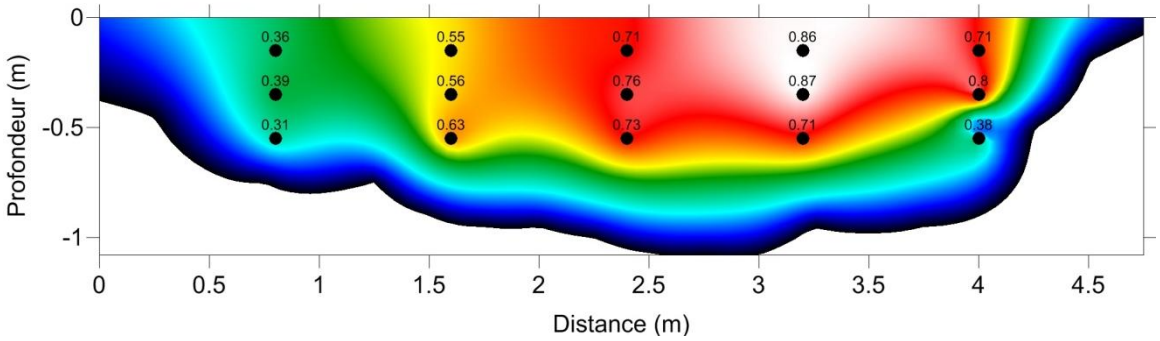

Figure 59 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière

Voici l'équation utilisée pour le calcul du débit à un point :

$$Q = A * v$$

Où : Q = débit (m^3/s)

A = Aire mouillée perpendiculaire à l'écoulement (m^2)

v = vitesse d'écoulement (m/s)

Méthode 2 : Débit à plusieurs points

Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement dans la rivière à plusieurs endroits afin de tenir compte de la variation du profil de vitesse. Il est possible de voir les différentes vitesses à la figure 59, celles-ci varient de 0,31 m/s à 0,86 m/s. En mesurant la vitesse d'écoulement à plusieurs endroits, le débit calculé est donc plus précis. Généralement, 6 mesures de vitesse sont prises horizontalement et de 1 à 3 verticalement, dépendant de la profondeur. La méthode à plusieurs points permet d'obtenir une meilleure précision et demeure assez rapide d'exécution. Par ailleurs, le débit calculé est la somme des débits partiels dans les « panneaux » de la section d'écoulement (numérotés de 1 à 10 à la figure 60).

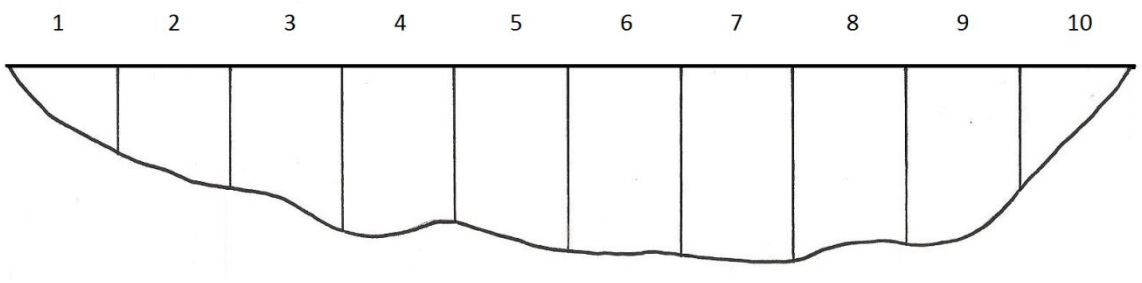

Figure 60 : Exemple de «panneaux» dans une coupe transversale d'une rivière

Voici l'équation permettant de calculer le débit partiel d'un panneau (panneaux 2 à 9) :

$$Q_p = \frac{\overline{v_1} + \overline{v_2}}{2} * \frac{d_1 + d_2}{2} * b$$

Où : Q_p = débit partiel (m³/s)

$\bar{v}$ = vitesse moyenne aux bornes du panneau (m/s)

d = profondeur aux bornes du panneau (m)

b = largeur du panneau (m)

Voici l'équation permettant de calculer le débit partiel aux deux extrémités de la section d'écoulement (panneaux 1 et 10 à la figure 60):

$$Q_{pb} = \frac{2}{3} * \overline{v_1} * \frac{1}{2}(d_0 + d_1) * b$$

Où : Q_{pb} = débit partiel aux bornes gauche et droite (m³/s)

$\bar{v}$ = vitesse moyenne à la borne intérieure du panneau (m/s)

d = profondeur aux bornes du panneau (m)

b = largeur du panneau (m)

Voici l'équation permettant de calculer le débit total :

$$Q_{total} = \sum Q_p + Q_{pb1} + Q_{pb2}$$

Méthode 3 : Courbe de tarage

Cette méthode permet d'obtenir le débit d'une rivière selon le niveau d'eau. Plusieurs mesures (méthode 2) doivent être préalablement effectués pour tracer la courbe de tarage (figure 61). Plus précisément, à chaque jaugeage, le niveau d'eau est noté par rapport à une référence fixe dans le temps, tel un pont, et la hauteur en fonction du débit est tracée sur un graphique. Ceci permet d'obtenir le débit selon le niveau d'eau sans avoir à prendre des mesures de vitesse toutes les fois.

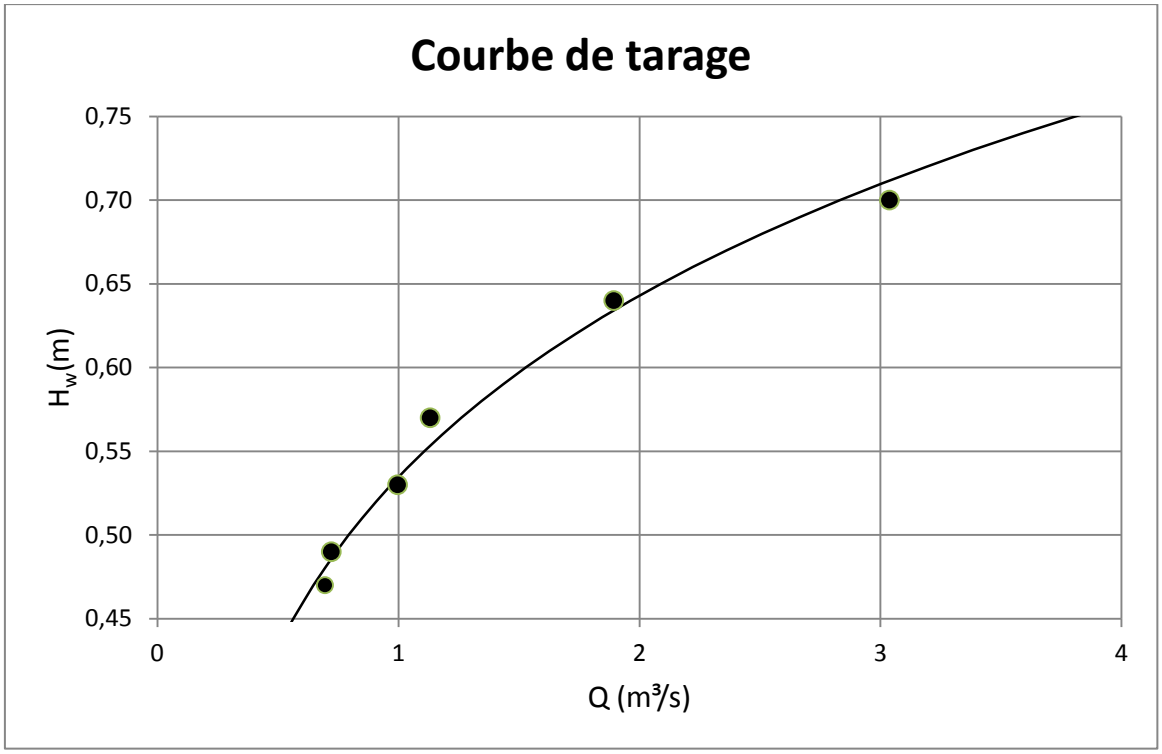

Figure 61 : Exemple d'une courbe de tarage

Méthode 4 : Correction des débits à un point par un coefficient

Puisque le débit à un point (méthode 1) a été utilisé pour le suivi rivière en 2011 et qu'un projet d'optimisation de la mesure des débits se faisait en même temps, une correction des débits à un point a pu être réalisée.

$$Q_{corrigé} = Q_{1\ point} * k$$

Où : $Q_{corrigé}$ = débit corrigé (m³/s)

$Q_{1\ point}$ = débit à 1 point (m³/s)

k = facteur de correction sans unité

Le facteur de correction est obtenu en comparant le débit à points multiples (méthode 2) au débit à un point (méthode 1). En fait, le débit à points multiples est divisé par le débit à un point et le résultat est le facteur de correction k. Cette méthode a été utilisée lorsqu'un seul débit à points multiples a pu être mesuré à la station.

Méthode 5 : Correction des débits à un point par une équation

Cette méthode se rapproche de la méthode 4 à l'exception que plusieurs débits à points multiples ont été mesurés. De plus, ces débits à points multiples n'ont pu être utilisés pour tracer une courbe de tarage à cause du manque de stabilité dans la relation hauteur d'eau-débit ou tout simplement par manque de données. Les couples débits à 1 point et à points multiples ont ensuite été mis en graphique pour vérifier s'il y avait une corrélation (figure 62).

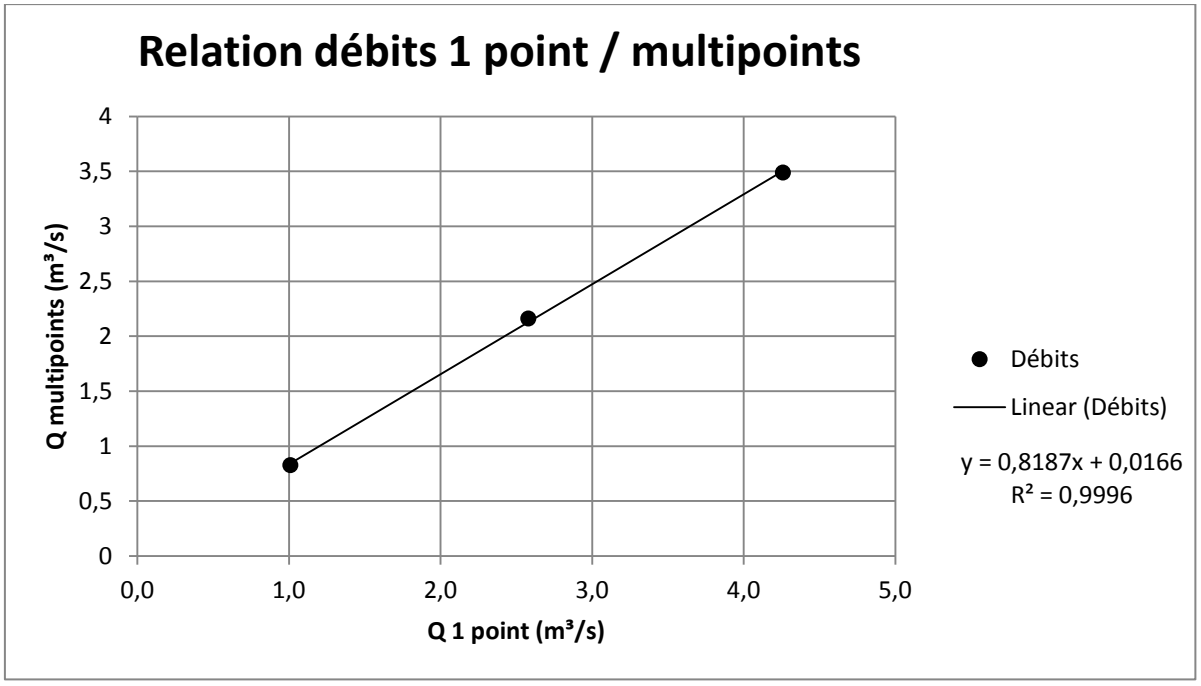

Figure 62 : Exemple de relation débits 1 point et à points multiples

Comme on le voit à la figure 62, la relation obtenue est linéaire. Cette équation est propre à chaque station et permet de corriger le débit à un point.

Priorité des méthodes selon la précision

1) Débits à points multiples
2) Courbe de tarage
3) Correction des débits à un point par une équation
4) Correction des débits à un point par un coefficient
5) Débit à un point

Résumé des méthodes utilisées

Les débits à un point ont été utilisés dans le cadre du suivi rivière de 2011. De plus, ces débits ont été corrigés par les méthodes 2 à 4. Finalement, les débits à points multiples sont utilisés indirectement par les méthodes 2 à 4.

6.5 Rapports d'analyse

6.5.1 Rapports d'analyse 2011

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

14 826; 14 825; 14 794; 14 793; 14 710; 14 709; 14 708; 14 707; 14 792; 14 706; 14 577; 14 576; 14 584; 14 585; 14 578; 14 387; 14 386; 14 385; 14 383; 14 384; 14 382; 14 790; 14 791; 14 789; 14 786; 14 787; 14 785; 14 056; 14 055; 14 054; 14 053; 13 893; 13 891; 13 889; 13 890; 13 797; 13 333; 13 334; 13 335; 13 336; 13 337; 13 338; 13 282; 13 563; 13564.

6.5.2 Rapports d'analyse 2010

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

Numéros de rapports : 11 079; 11 112; 11 239; 11 450; 12 030; 12 029; 12 159; 12 255; 12 252; 12 677; 12 680; 12 725; 12 807; 12 808; 12 809; 12 893; 12 948; 12 958; 12957.

6.5.3 Rapports d'analyse 2009

Maxxam Analytique

Numéros de dossiers : 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.

6.5.4 Rapports d'analyse 2008

Maxxam Analytique

Numéros de dossiers : 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

6.5.5 Rapports d'analyse 2007

Maxxam Analytique

Numéros de dossiers : A743384; A740348; A738497; A733795; A730310; A729721; A725541; A725163; A721855; A719540; A715328; A713407.

INRS

Référence : Sébastien Bourget 2007