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

Campagne 2013

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

Septembre 2014

Analyse et rédaction

Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc.Géogr., Chargée de projets en limnologie*
Marion G. Dupuis, *Géographe, Stagiaire*

Cartographie

Anne Beaudoin*, Géographe, M.Sc. Géogr., Chargée de projets en environnement*

Travaux de terrain

Mathieu Damour, *Biologiste en environnement, M.Sc., Stagiaire en limnologie*
William Verge, *ing. jr, Chargé de projets en drainage urbain et environnement*
Sonja Behmel, *Géographe, M.Sc. Géogr., Chargée de projets en limnologie*
François Côté, *Biologiste, M.Sc., Adjoint de direction*

Révision

Mélanie Deslongchamps, *Directrice générale*, APEL
Catherine Plante, *Géographe, M.Sc.Géogr., révision linguistique*
Jacques Deschênes, *Conseiller en environnement,* Division de la qualité de l'eau, Service de l'Environnement, Ville de Québec

Référence à citer

APEL (2014) *Suivi des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles - Campagne 2013*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 150 pages.

Description des photos en page couverture

Travaux de développement des Grands Ducs à Stoneham-et-Tewkesbury. Crédit : William Verge, 2013

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, 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, le réseau de stations d'échantillonnage a été élargi et la fréquence d'échantillonnage et le nombre de paramètres mesurés ont été augmentés. Depuis, le suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles est bisannuel.

Ainsi, en 2013, 30 stations ont été visitées aux deux semaines sur les rivières Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, Nelson, Saint-Charles et des Trois Petits Lacs, sur la décharge du lac Delage, ainsi que sur les ruisseaux Savard, du Valet et des Eaux Fraîches dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Dans le bas-bassin versant, en aval de Château d'eau, 9 stations ont été visitées sur les rivières du Berger, Lorette, Saint-Charles ainsi que sur le ruisseau des Commissaires. Les paramètres mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètres YSI 6600 V2 étaient l'oxygène dissous (OD), le pH, la conductivité spécifique, 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, le dosage de l'azote total Kjeldahl (NTK), de l'azote ammoniacal, ainsi que des nitrites/nitrates a été réalisé sur les échantillons provenant de 23 des 39 sites visités, parmi lesquels deux se situent à la sortie de stations municipales d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage et de la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury.

Le <u>principal constat</u> pour 2013 est l'augmentation significative de la conductivité spécifique dans la rivière Noire et la rivière des Hurons (rivières situées en amont du lac Saint-Charles, principal réservoir d'eau potable de la Ville de Québec) depuis 2011, suite à la mise en service de l'autoroute 73. La conductivité est liée à la quantité de substances dissoutes dans l'eau. Elle est donc un bon indicateur de la contamination issue du lessivage dans le bassin versant (sels de voirie, abat-poussières, éléments nutritifs comme le phosphore et l'azote, p. ex.). On observe une augmentation de la médiane à la station intégratrice E01 (sur la rivière des Hurons) de 70 µS/cm en 2011 à 106 µS/cm en 2013. Cette augmentation se traduit déjà par une augmentation de la conductivité spécifique à l'exutoire du lac Saint-Charles passant d'une médiane de près de 90 µS/cm en 2011 à 118 µS/cm en 2013. Une augmentation de la conductivité spécifique est également observée à l'exutoire de la station de traitement des eaux usées de la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury, ce qui est dû possiblement au développement résidentiel dans le secteur sur égout unitaire (cela peut augmenter la quantité des sels de voirie à l'usine). En aval du lac Saint-Charles, c'est la rivière Nelson qui affiche le plus haut taux d'augmentation de la conductivité spécifique passant d'une médiane de 143 µS/cm en 2011 à 180 µS/cm en 2013. Ceci est probablement attribuable au développement résidentiel dans le secteur de Val-Bélair et à des pratiques inadéquates de déneigement (p. ex. : la neige usée [sables et

sels de voirie] entreposée sur la rive ou directement poussée dans les cours d'eau). Les rivières Hibou et des Hurons ont également subi un impact dû à un développement domiciliaire qui a entrainé une augmentation généralisée de la turbidité et des MES en temps sec et en temps de pluie. Ces rivières ont aussi connu une augmentation ponctuelle de la contamination fécale, dont les sources sont encore à déterminer. Les rivières Hibou et des Trois-Petits-Lacs semblent subir un enrichissement en composés azotés. Le suivi prévu pour 2015 pourrait confirmer cette tendance.

Les sources de contamination fécale de la rivière Jaune ont été documentées dans le cadre d'une enquête approfondie réalisée en 2013. Ces sources potentielles peuvent être des événements de surverse, des installations septiques (APEL, 2014), ainsi que l'accumulation d'eau souillée dans le réseau d'égout pluvial en temps sec qui est libérée en temps de pluie.

Concernant les stations d'épuration de Lac-Delage et de Stoneham-et-Tewkesbury, toutes deux respectent les normes en PT du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC) pour les usines existantes (1000 µg/l). Or, celle de Stoneham-et-Tewkesbury se situe, au niveau des rejets, toujours au-dessus du seuil recommandé pour des lacs considérés prioritaires (300 µg/l), tandis que l'usine de la Ville de Lac-Delage est en-deçà de ce seuil pour 30 % des échantillons. Dans les deux cas, les rejets en composés azotés dépassent les seuils recommandés dans la littérature pour la protection des lacs.

Du côté du bas-bassin en aval de Château d'Eau, une dégradation rapide et généralisée de la qualité de l'eau pour presque tous les paramètres est observée de l'amont vers l'aval, notamment dans la rivière du Berger et son tributaire, le ruisseau des Commissaires (qualité d'eau passant de bonne à mauvaise, notamment en ce qui a trait aux coliformes fécaux). Pour sa part, la rivière Lorette subit une contamination fécale (en amont de L'Ancienne-Lorette, qui s'amplifie vers l'aval (passant d'une qualité d'eau douteuse à mauvaise). Ainsi, les rivières du Berger et Lorette contribuent significativement à la dégradation de la qualité de l'eau observée dans les zones urbanisées de la rivière Saint-Charles.

Néanmoins, des progrès ont pu être constatés dans plusieurs cours d'eau du bassin versant. Par exemple, une amélioration de la qualité bactériologique a été observée en amont de la prise d'eau potable dans le ruisseau des Eaux Fraîches et dans les rivières Jaune, Saint-Charles et Nelson. Ainsi, les efforts de la Ville de Québec en ce qui a trait à la détection et à 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 semblent porter fruit.

Table des matières

Analyse et 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 ix
Liste des photos xi
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
2.2.1 Pluviométrie 8
2.2.2 Débit 9
2.3 Analyse des données de qualité de l'eau 10
3 Régimes de précipitations et de débits en 2013 14
4 Analyse des résultats 16
4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons 22
4.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons 46
4.2 Bassin versant du lac Delage 50
4.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage 58
4.3 Bassin versant de la rivière Nelson 60
4.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson 70
4.4 Bassin versant de la rivière Jaune 71
4.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune 82
4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 84
4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 88
4.6 Bassin versant de la rivière du Berger 89
4.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière du Berger 101
4.7 Bassin versant de la rivière Lorette 102

4.7.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Lorette 110
4.8 Bassin versant de la rivière Saint-Charles 112
4.8.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles 123
5 Conclusions et recommandations 124
5.1 Bassin versant de la rivière des Hurons 124
5.2 Bassin versant du lac Delage 125
5.3 Bassin versant de la rivière Nelson 125
5.4 Bassin versant de la rivière Jaune 125
5.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 125
5.6 Bassin versant de la rivière du Berger 126
5.7 Bassin versant de la rivière Lorette 126
5.8 Bassin versant de la rivière Saint-Charles 126
6 Références 132
7 Annexes 134
7.1 Laboratoires et appareils utilisés en 2007–2010 134
7.2 Méthodes en laboratoire 2011 - 2013 136
7.3 Pluviométrie, dates d'échantillonnage et stations associées 143
7.4 Valeurs de turbidité 147
7.5 Méthodes de mesure des débits 151
7.5.1 Méthode 1 : Débit à un point 151
7.5.2 Méthode 2 : Débit à plusieurs points 151
7.5.3 Méthode 3 : Courbe de tarage 152
7.5.4 Méthode 4 : Correction des débits à un point par un coefficient 153
7.5.5 Méthode 5 : Correction des débits à un point par une équation 153
7.6 Rapports d'analyse 155
7.6.1 Rapports d'analyse 2013 155
7.6.2 Rapports d'analyse 2011 155
7.6.3 Rapports d'analyse 2010 155
7.6.4 Rapports d'analyse 2009 155
7.6.5 Rapports d'analyse 2008 155
7.6.6 Rapports d'analyse 2007 156

Liste des figures

Figure 1 : Stratégie d'échantillonnage (les numéros correspondent aux objectifs) (Behmel 2010). 2

Figure 2 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2013. 5

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

Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du bas-bassin et localisation des stations d'échantillonnage. 7

Figure 5 : Classes pluviométriques des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage. 8

Figure 6 : Précipitations mensuelles en 2011 et 2013 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 14

Figure 7 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2011 et en 2013. 15

Figure 8 : Valeurs moyennes de conductivité dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013. 17

Figure 9 : Représentation de la conductivité moyenne aux stations du suivi des rivières réalisé en 2011. 18

Figure 10 : Corrélation entre les ions chlorures (mg/l) et la conductivité (µS/cm). 19

Figure 11 : Évolution de la concentration en ions chlorures à Château-d'Eau entre 1977 et 2012 (source : Ville de Québec, 2014) 19

Figure 12 : Représentation des concentrations moyennes en ions chlorures dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013. 20

Figure 13: Évolution de la conductivité à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2013. 21

Figure 14: Évolution de la conductivité à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2013. . 21

Figure 15 : Valeurs moyennes de conductivité mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2013. 25

Figure 16 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 26

Figure 17 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 27

Figure 18 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 28

Figure 19 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 29

Figure 20 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 30

Figure 21 : Concentrations en azote ammoniacal mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 31

Figure 22 : Concentrations en nitrites/nitrates mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013. 32

Figure 23 : Illustration de la zone d'impact des sels de voirie de l'autoroute 73 sur la rivière Noire à la station P07RH. 43

Figure 24 : Hausse des concentrations en MES observée à la station E08 de la rivière Hibou (2011–2013). 44

Figure 25 : Hausse des valeurs de conductivité observée aux stations de la rivière Noire (2011–2013). . 45

Figure 26 : Hausse des concentrations en nitrites/nitrates observée aux stations E08 et E09 (2011–2013). 45

Figure 27 : Hausse des valeurs de conductivité observée à la station E55 (station d'épuration de Stoneham-et-Tewkesbury) (2011–2013). 46

Figure 28 : Représentation des concentrations moyennes en PT mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2013 (E02- décharge du lac Delage; E54 - effluent de l'usine d'épuration des eaux)..... 51

Figure 29 : Concentrations en MES et en PT mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013. 52

Figure 30 : Concentrations en NTK mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013. 52

Figure 31 : Concentrations en azote ammoniacal et en nitrites/nitrates mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013..... 53

Figure 32 : Comparaison des concentrations en PT mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013). 56

Figure 33 : Comparaison des concentrations en NTK mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013). 56

Figure 34 : Comparaison des concentrations en azote ammoniacal mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013). 57

Figure 35 : Comparaison des concentrations en nitrites/nitrates mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013). 57

Figure 36: Concentrations des CF à la station E54 en 2013. 58

Figure 37 : Valeurs moyennes de conductivité mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2013..... 62

Figure 38 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013. 63

Figure 39 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013. 64

Figure 40 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013..... 65

Figure 41 : Baisse des concentrations en CF observée à la station E06 (2009–2013). 68

Figure 42 : Hausse des valeurs de conductivité observée aux stations de la rivière Nelson (2011–2013).69

Figure 43 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2013. 72

Figure 44 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013..... 73

Figure 45 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013..... 74

Figure 46 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013..... 75

Figure 47 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013. 76

Figure 48 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013. 77

Figure 49 : Relation interannuelle entre les concentrations en CF et le débit à la station E03 (2010, 2011 et 2013). 81

Figure 50 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2013. 85

Figure 51: Concentrations de NTK dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2013. 86

Figure 52 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière du Berger en 2013 90

Figure 53 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013 91

Figure 54 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013 92

Figure 55 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013 93

Figure 56 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013 94

Figure 57 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013 95

Figure 58 : Relation entre les concentrations en CF et le débit à la station P07RB (2011–2013). 100

Figure 59 : Relation entre les concentrations en CF et le débit à la station BQ15 (2011–2013). 100

Figure 60 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans la rivière Lorette en 2013 103

Figure 61 : Concentrations en PT (à droite) et en MES (à gauche) mesurées dans la rivière Lorette en 2013 104

Figure 62 : Concentrations en CF (à gauche) et valeurs de conductivité (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013. 105

Figure 63 : Concentrations en NTK (à gauche) et en azote ammoniacal (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013. 106

Figure 64 : Concentrations en nitrites/nitrates (à gauche) et en chlorophylle *a* (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013. 107

Figure 65 : Augmentation de la concentration en NTK à la station BQ14 (2011–2013) 110

Figure 66 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013. 113

Figure 67 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013 114

Figure 68 : Concentration en MES mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013. 115

Figure 69 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013 116

Figure 70 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013. 117

Figure 71 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013. 118

Figure 72 : Amélioration globale de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 (rivière Saint-Charles en amont de Château-d'Eau) depuis 2008. 122

Figure 73 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2013. 143
Figure 74 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2013. 143
Figure 75 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2013..... 144
Figure 76 : Pluviométrie à la station U901, poste Montchâtel, en 2013. 144
Figure 77 : Pluviométrie à la station U910, poste des Blaireaux, en 2013. 145
Figure 78 : Pluviométrie à la station U370, poste Estiembre, en 2013. 145
Figure 79 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, en 2013. 146
Figure 80 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, stations d'échantillonnage BQ20; BQ15 et BQ14 (MDDEFP), en 2013. 146
Figure 81 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses tributaires en 2013. 147
Figure 82 : Valeurs de turbidité mesurées à la décharge du lac Delage en 2013. 147
Figure 83 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013. 148
Figure 84 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013. 148
Figure 85 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013..... 149
Figure 86 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Lorette en 2013..... 149
Figure 87 : Valeurs de turbidité mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013. .. 150
Figure 88 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière. 151
Figure 89 : Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière. 152
Figure 90 : Exemple d'une courbe de tarage. 153
Figure 91 : Exemple de relation entre les débits à un point et à points multiples. 154

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau-synthèse des paramètres, appareils et laboratoires utilisés pour le suivi de la qualité de l'eau en 2011 et 2013. 4

Tableau 2 : Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées. 9

Tableau 3 : Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le MDDEFP. 11

Tableau 4 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité spécifique (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Rémy, 2000), comme c'est le cas sur le territoire à l'étude situé sur le bouclier canadien (Environnement Canada 2013) 11

Tableau 5 : Valeurs seuils des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997). 13

Tableau 6 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons de l'amont vers l'aval. 22

Tableau 7 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons en 2013. 33

Tableau 8 : Calcul de la charge de PT pour la station E07 située sur la rivière des Hurons. 49

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval. 50

Tableau 10 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2013. 54

Tableau 11 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson de l'amont vers l'aval. 60

Tableau 12 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2013. 66

Tableau 13 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune de l'amont vers l'aval. 71

Tableau 14 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2013. 78

Tableau 15 : Station d'échantillonnage située dans le bassin versant des Eaux Fraîches. 84

Tableau 16 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2013. 87

Tableau 17 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière du Berger de l'amont vers l'aval. 89

Tableau 18 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2013. 96

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Lorette de l'amont vers l'aval. 102

Tableau 20 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Lorette en 2013. 108

Tableau 21 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles de l'amont vers l'aval. 112

Tableau 22 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013. 119

Tableau 23 : Recommandations issues du suivi des rivières du bassin versant de la Saint-Charles en 2013. 127

Tableau 24 : Laboratoires et appareils utilisés pour les suivis de qualité de l'eau de 2007 à 2010. 134

Tableau 25: Résumé des méthodes analytiques utilisées dans les laboratoires de la Ville de Québec dans le cadre du projet de suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière et du lac Saint-Charles (Campagnes 2011 et 2013) 136

Liste des photos

Photos 1 : Travaux du développement résidentiel des Grands Ducs durant l'été 2014 aux abords de la rivière Hibou (A : photo aérienne du chantier, 27 juin 2013; B : bassin de rétention, 29 mai 2013; C : aspect trouble de la rivière Hibou au chemin Bon Air, 18 juillet 2013). Crédit : William Verge. 44

Photos 2: Exemple d'un remblai de neige contenant des abrasifs et des sels de voirie en aval de la station E57 (rivière Nelson) au printemps 2013. 70

Photo 3 : Exemple de contribution des égouts pluviaux à la contamination dans la rivière Jaune. Crédit : William Verge, 2013. 82

1 Introduction

En 2013, l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL) procédait à sa troisième année de suivi de la qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles depuis l'élaboration et l'adoption en 2011 d'un programme de suivi structuré et standardisé. Ce programme faisait suite aux recommandations issues de l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL, 2009), étude sur l'état de la qualité de l'eau alimentant la principale usine de traitement de l'eau potable de la Ville de Québec à Château d'Eau.

Dans le cadre du suivi réalisé en 2013, 39 stations ont été visitées aux deux semaines, dont 30 dans le haut-bassin et 9 dans le bas-bassin de la rivière Saint-Charles. Ces stations se situaient 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.

Les campagnes d'échantillonnage réalisées dans le passé par l'APEL ont démontré 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 analysés, mais que des épisodes de contamination d'intensités variables ont lieu dans la plupart des cours d'eau étudiés. À titre d'exemple, par le passé, des contaminations qualifiés comme "douteuse" à "très mauvaise" en coliformes fécaux (CF) selon l'IQBP ont été constatés dans plusieurs petits cours d'eau du territoire, ainsi que dans les rivières Jaune et Nelson. De plus, il a été démontré que les apports de matières en suspension (MES) et de phosphore total (PT) de la rivière des Hurons (principal affluent du lac Saint-Charles) au lac Saint-Charles peuvent être qualifiés comme "très mauvaise" en temps de crue (APEL 2009). Plusieurs recommandations suggéraient donc d'améliorer la gestion des eaux pluviales du territoire, de mieux contrôler l'érosion sur les chantiers de construction et d'investiguer davantage pour identifier les sources des contaminations fécales.

Des enquêtes approfondies ont ainsi été réalisées en 2010 (ruisseaux des Eaux Fraîches, Plamondon et Leclerc), en 2011 (ruisseaux Savard et du Valet) et en 2013 (rivière Jaune en aval du lac Beauport) pour mieux cerner les sources de contamination ponctuelles et diffuses observées lors de l'étude limnologique de 2007–2009 et des suivis subséquents.

Le suivi effectué en 2013 avait donc pour objectif de :

(1) obtenir un portrait global de la qualité de l'eau (via des stations dites intégratrices en aval de chaque sous-bassin versant et de chaque rivière d'importance);
(2) identifier des sources potentielles de contamination de l'eau après un secteur urbanisé;
(3) réaliser un suivi préventif de la qualité de l'eau;
(4) connaître les contributions de chaque affluent, en employant la stratégie du triangle, c'est-à-dire positionner une station en aval et une en amont des confluences (Figure 1);
(5) mesurer les apports en PT, en azote total (NT) et en MES dans le lac Saint-Charles provenant de ses principaux affluents.

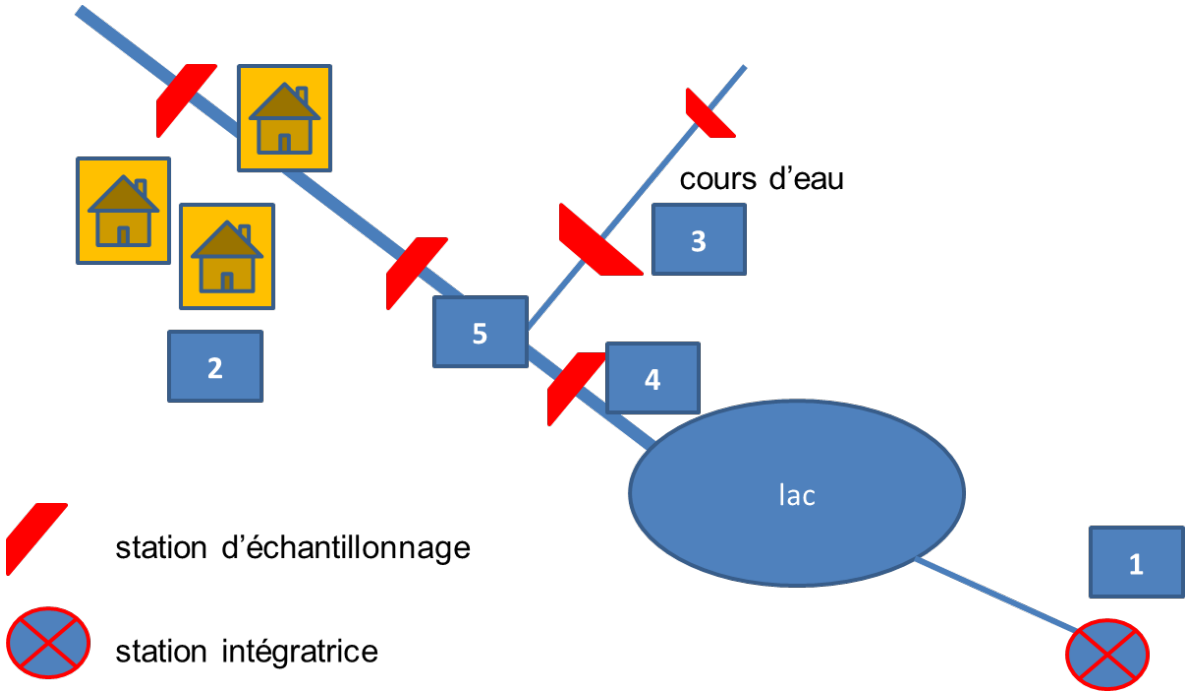


Figure 1 : Stratégie d'échantillonnage (les numéros correspondent aux objectifs) (Behmel 2010).

Ainsi, ce rapport dresse le portrait de la qualité de l'eau du bassin versant de la rivière Saint-Charles, par sous-bassin, en présentant une analyse des données de 2013, structurée en fonction de la stratégie employée pour le suivi (Figure 1).

2 Méthodologie

2.1 Échantillonnage des cours d'eau

La localisation et la hiérarchisation des 39 stations d'échantillonnage de la campagne de 2013 sont représentées sur la carte de la Figure 2, sur le schéma de la Figure 3 pour le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles (en amont de Château d'eau) ainsi que sur la Figure 4 pour le bas-bassin versant (en aval de Château d'Eau). En 2013, le réseau de stations a été légèrement remanié par rapport aux campagnes précédentes en remplaçant deux stations sur la rivière Hibou et une station sur la rivière Lorette par deux nouvelles sur la rivière des Trois Petits Lacs et une sur un affluent de la rivière Lorette. En outre, compte tenu des travaux de construction résidentielle dans le développement domiciliaire des Grands Ducs, situé juste en amont de la confluence des rivières Hibou et des Hurons, deux stations de contrôle en amont et en aval des travaux ont été visitées ponctuellement.

Entre le 12 avril et le 11 novembre 2013, les 39 stations d'échantillonnage ont été visitées toutes les deux semaines pour un total visé de 15 à 16 visites par station. Les tournées d'échantillonnage s'étalaient sur trois jours; les stations faisant partie d'un même sous-bassin versant étaient visitées dans la même journée.

Il est à noter que les stations E03, E28 et E58 ont fait l'objet de trois visites supplémentaires dans le cadre d'une enquête approfondie de la rivière Jaune (APEL, 2013). Les données résultantes ont donc pu être utilisées pour les analyses du présent rapport.

Une description détaillée des stations d'échantillonnage de la campagne 2013, comprenant notamment leur localisation et la justification de l'emplacement, peut être consultée aux Tableaux 6, 9, 11, 13, 15, 17 et 19 de la section Analyse des résultats. Les stations y sont classées par sous-bassin, selon l'ordre suivant : 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 et les laboratoires utilisés pour les analyses en 2011 et 2013. Concernant les appareils et les laboratoires utilisés avant 2011, veuillez consulter le Tableau 24 en annexe.

Depuis 2011, plus d'informations sont 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 et 2013.

Paramètres	À toutes les stations	À certaines stations	Prélèvement/Analyse
Débit		21 stations*	Vélocimètre/stations du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ)
Température ambiante	✔		Thermomètre
Température de l'eau	✔		Sonde multiparamètres YSI 6600 V2
Conductivité spécifique **	✔		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.

**Afin d'alléger le texte, nous allons dorénavant utiliser le terme conductivité.

***Stations intégratrices et stations témoins.

****Le tableau synthèse des méthodes en laboratoire peut être consulté en annexe.

Figure 2 : Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2013.

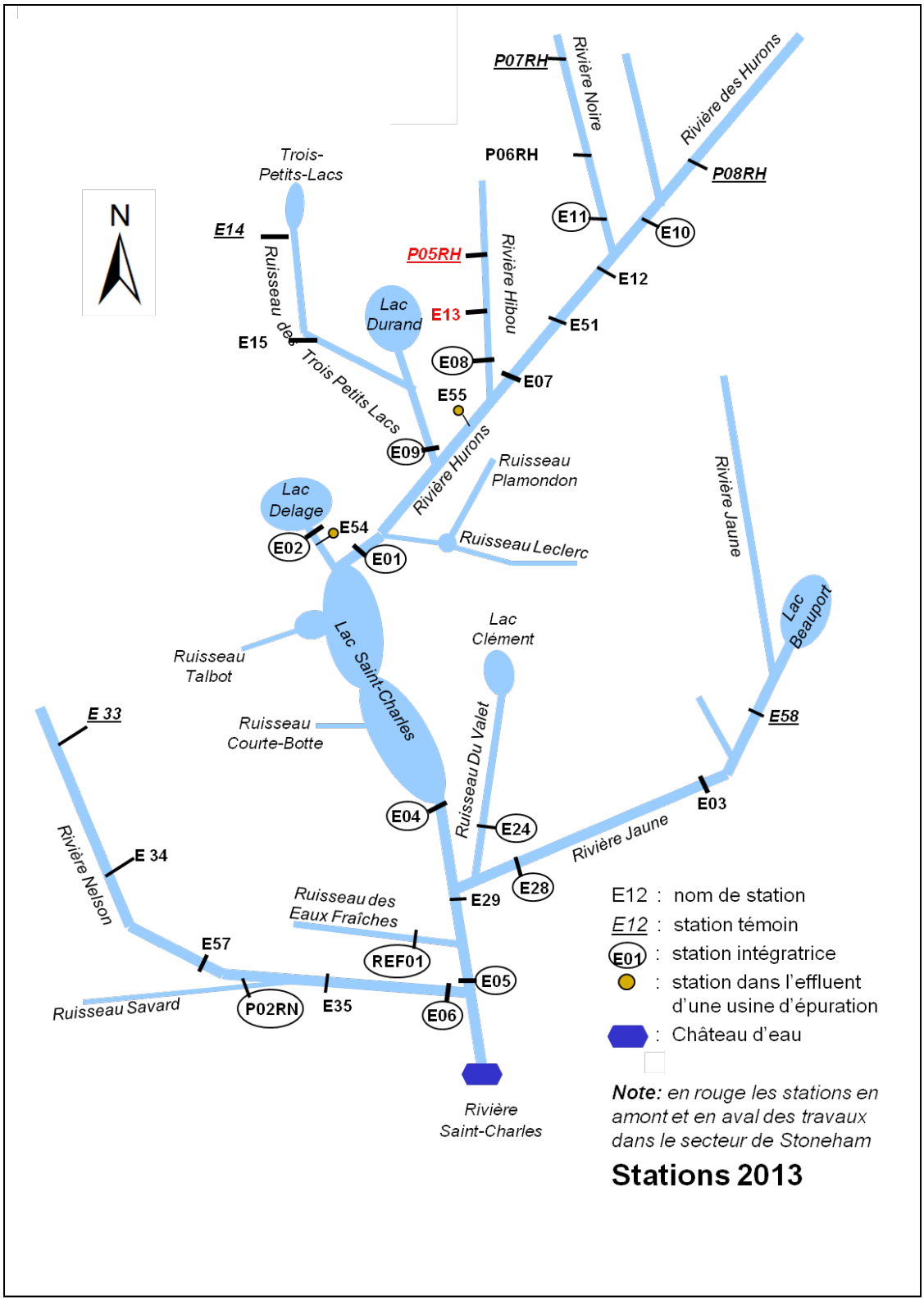


Figure 3 : Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin et localisation des stations d'échantillonnage.

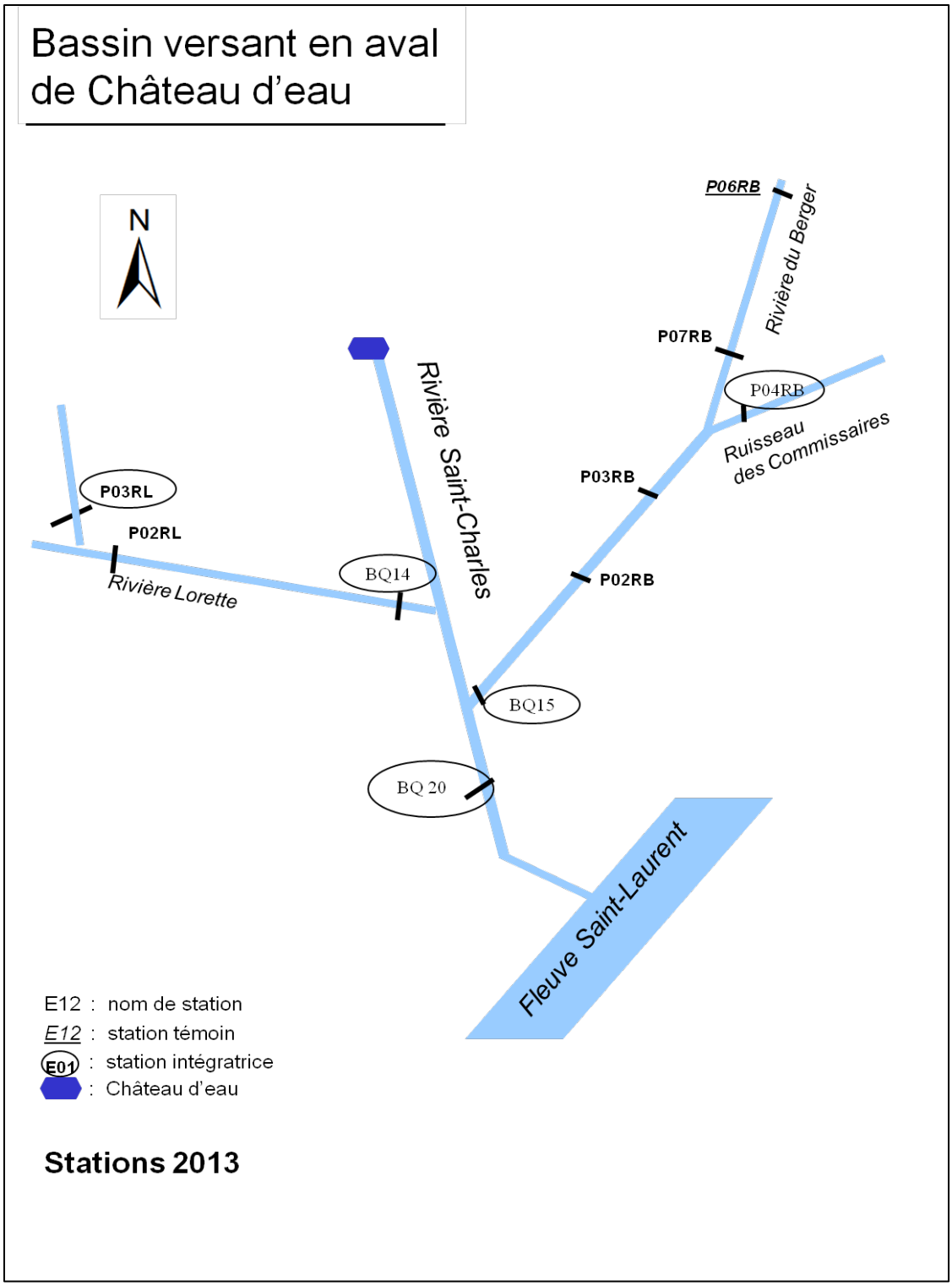


Figure 4 : Schéma du réseau hydrographique du bas-bassin et localisation des stations d'échantillonnage.

2.2 Données et analyses de la pluviométrie et du débit

2.2.1 Pluviométrie

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

Ainsi, une classe qualitative de temps de pluie était systématiquement attribuée à chaque journée d'échantillonnage (Figure 5), ce qui permettait de planifier les tournées d'échantillonnage de façon à recueillir suffisamment de données par temps de pluie. L'objectif, qui a été atteint en 2013, était d'obtenir au moins 50 % de classes 2 à 4 pour chaque groupe de stations échantillonnées la même journée. La définition qualitative utilisée pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau permet de classer les précipitations en cinq régimes:

0- pas de pluie 0-48 h précédant l'échantillonnage (temps sec);

1- il a plu dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage;

2- il a plu dans les 24 à 48 heures précédant l'échantillonnage;

3- il a plu les 24 dernières heures;

4- il pleut le jour même (au moment de l'échantillonnage).

Figure 5 : Classes pluviométriques des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage.[1]

Les résultats de qualité de l'eau ont d'abord été confrontés aux classes pluviométriques. 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 et localisées, il est

[1] Il est à noter que cette figure n'inclut pas les données pluviométriques associées aux visites ponctuelles des stations E13 et P05RH, ni celles des stations E28, E03 et E58 visitées dans le cadre de l'enquête de la rivière Jaune.

possible que certaines stations pluviométriques n'aient pas reçu les précipitations observées ailleurs sur le territoire. Aussi, certaines stations pluviométriques n'étaient pas en opération lors de l'échantillonnage. Dans ces cas, ce sont les données pluviométriques d'Environnement Canada à la station de l'aéroport Jean-Lesage qui ont été utilisées. Les dates de pannes sont spécifiées pour chacun des graphiques pluviométriques en annexe (Figure 73 à Figure 80). Malgré tout, dans la majorité des cas, les observations de terrain et les données des stations pluviométriques concordent (Figure 5 et Figure 73 à Figure 80 en annexe).

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

Station	Nom de la station pluviométrique 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-et-Tewkesbury	P08RH, E10, P07RH, P06RH, E11, E12, E51, E07, E13, E14, E15, P05RH, E08, E55, E09, E01, E02, E54
U925	Bassin de la rivière Jaune : La Haute-Saint-Charles; 825, boulevard du Lac, Lac-Beauport	E58, E03, E28
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, E24
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	P02RB
U015	L'Ancienne-Lorette : Bassin de la rivière Lorette; Les Rivières; 4031, rue Valets	P03RL, BQ14, BQ20, BQ15

La définition quantitative utilisée pour évaluer l'effet de la pluie sur les résultats de qualité de l'eau permet de classer 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.

2.2.2 Débit

Une méthode de mesure des débits instantanés (mesure de débit au moment de l'échantillonnage), à points multiples a été appliquée pour 13 des 39 stations. L'aire transversale du cours d'eau est évaluée et la vitesse d'écoulement mesurée à intervalles réguliers le long d'un transect, et ce, à différentes profondeurs. L'opération est répétée à plusieurs reprises au cours de la saison d'échantillonnage, afin

d'obtenir des données représentatives de différents niveaux d'eau. Une courbe de tarage est ensuite réalisée pour chaque station, de façon à modéliser le débit en fonction de la géométrie du lit du cours d'eau, de la hauteur d'eau et des conditions hydrauliques de l'écoulement. La courbe peut ainsi servir à obtenir, par extrapolation, une estimation fiable du débit à partir des mesures de la hauteur libre et du débit à un point[2] prises lors des tournées d'échantillonnage. Ces deux variables sont rapidement et facilement mesurables sur le terrain (veuillez consulter l'annexe 7.5 à la page 151 pour plus de détails).

Les données de débit instantané ont ainsi permis d'étudier la relation entre le débit des cours d'eau et les différents paramètres mesurés (lorsque $n \geq 15$, où n : la taille de l'échantillon, c.-à-d. le nombre de valeurs). Cette analyse visait à déterminer si la concentration en contaminants était attribuable seulement au débit élevé; et s'il y avait une concentration élevée en continu ou lors de faibles débits seulement.

Pour les stations E07[3] sur la rivière des Hurons et E35 sur la rivière Nelson, les débits journaliers moyens, calculés à partir des mesures prises toutes les 15 minutes par les débitmètres du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ), situés à proximité, ont été utilisés. 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 2013 a été dressé à l'aide des données des précipitations mensuelles enregistrées à l'aéroport Jean-Lesage par Environnement Canada pour la période de janvier à décembre des deux dernières années d'échantillonnage (2011 et 2013). 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 cours d'eau étudiés, les données de qualité de l'eau obtenues en 2013 ont été comparées aux 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 MDDEFP (MDDEFP, 2014) 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 total est supérieure à 1 mg/l, l'hypothèse d'une surfertilisation du milieu aquatique peut être avancée. Il est à noter que ce critère a été retiré depuis par le ministère. Nous l'avons conservé pour des fins de comparaison.

Afin de pouvoir évaluer la performance des stations d'épuration des eaux usées, les seuils proposés par le MDDEP (2011), le MDDEFP (2014) et le MDDELCC (2014) ainsi que ceux tirés de la littérature ont été utilisés.

En outre, pour évaluer la conductivité spécifique, nous avons utilisé le classement proposé par Pott & Remy (2000) (Tableau 4).

---

[2] Le débit à un point est mesuré au centre du lit d'écoulement la journée même de l'échantillonnage, soit avec un courantomètre ou des flotteurs.

[3] 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).

Concernant la cartographie de l'évolution de la conductivité et des ions chlorures 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.

Finalement, la majeure partie des données ont été représentées à l'aide de graphiques en boîtes. L'Encadré 1 explique la façon dont la lecture de ces graphiques doit se faire.

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

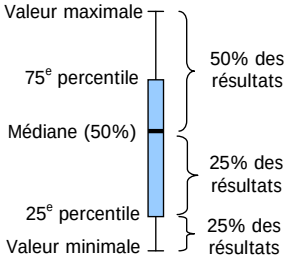
Paramètre	Critère de qualité	Objectif du critère
PT (µg/l)	20*	S'applique aux cours d'eau se jetant dans un lac. Vise à limiter la croissance de végétaux dans les lacs.
	30	Vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
CF (UFC/100 ml)	≤ 200	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.

* *Ce critère a été retiré en 2012 et n'a pas été remplacé. Le critère des ≤ 30 µg/l est encore en vigueur, cependant « cette valeur protectrice pour les cours d'eau n'assure pas toujours la protection des lacs en aval » (MDDEFP, 2014). Nous avons donc choisi, pour ce rapport, de conserver le critère de 20 µg/l pour l'analyse des affluents se déversant directement dans le lac Saint-Charles.*

Tableau 4 : Seuils pour l'évaluation des éléments nutritifs dans les milieux lotiques (cours d'eau) à l'aide de la conductivité spécifique (µS/cm) sur des sols peu carbonatés (adapté de Pott & Rémy, 2000), comme c'est le cas sur le territoire à l'étude situé sur le bouclier canadien (Environnement Canada, 2013)

Conductivité spécifique (µS/cm)		
Oligotrophe	< 150	**Notes :** Une augmentation amont-aval de la conductivité est en partie due à l'augmentation naturelle de la charge ionique et des contaminants. Notons aussi que la conductivité peut également être influencée davantage par les ions chlorures en provenance des sels de déglaçage et abrasifs que par l'apport, entre autres, d'éléments nutritifs. Dans ces cas, la classe trophique ne détermine pas le degré d'enrichissement en éléments nutritifs.
Mésotrophe	150 - 250	
Eutrophe	250 - 400	
Poly à hypereutrophe	> 400	
Possiblement haline	> 1000	

Comment lire les graphiques statistiques



Ces graphiques de type « box-plot » permettent une représentation graphique des statistiques utiles afin de mieux comparer les différentes stations échantillonnées.

La médiane est préférée à la moyenne dans l'analyse de la qualité de l'eau puisqu'elle est moins influencée par les valeurs extrêmes et reflète mieux les tendances globales du milieu échantillonné.

Encadré 1: Comment lire les graphiques en boîtes.

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	Chloro-phylle *a* (µg/l)	Turbidité (NTU)	Nitrites/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 en 2013

Globalement, les précipitations en 2011 étaient plus importantes qu'en 2013 (Figure 6). En fait, les précipitations enregistrées en 2013 sont caractéristiques d'événements de pluie plus ponctuels et concentrés comparativement à 2011. Ce régime de pluviométrie s'est également reflété au niveau des débits mesurés en 2013 (Figure 7).

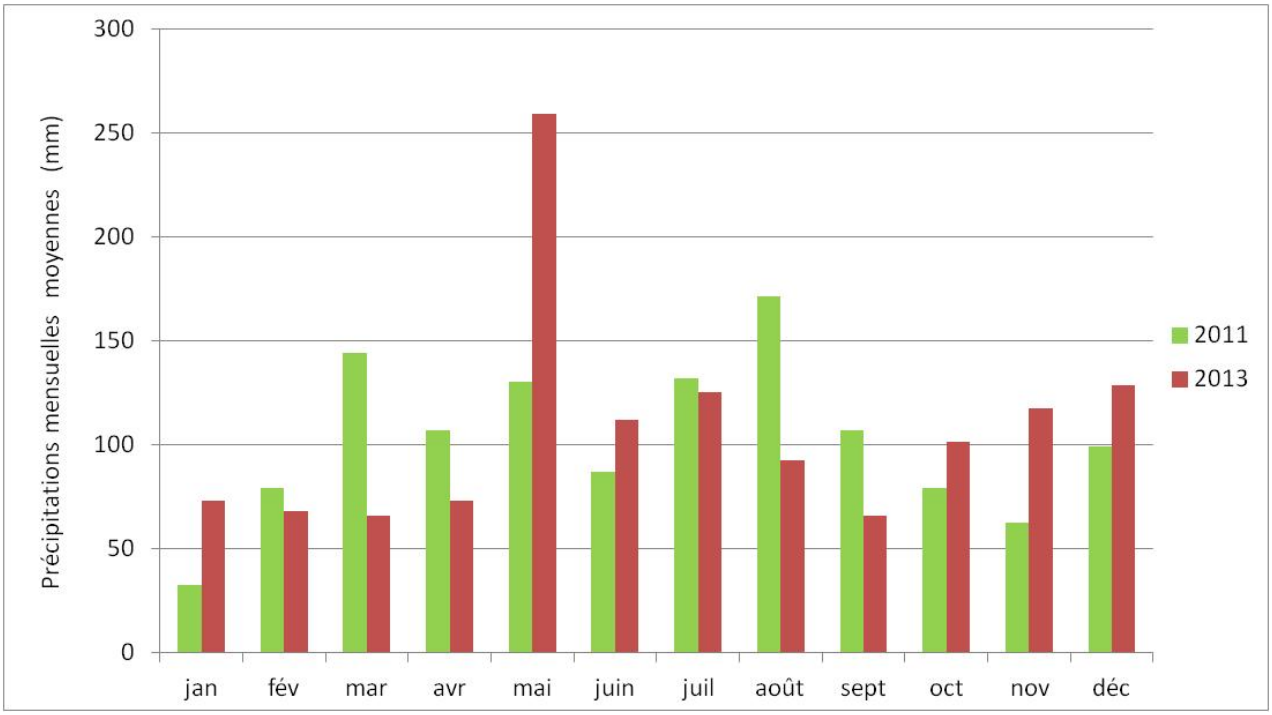


Figure 6 : Précipitations mensuelles en 2011 et 2013 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).

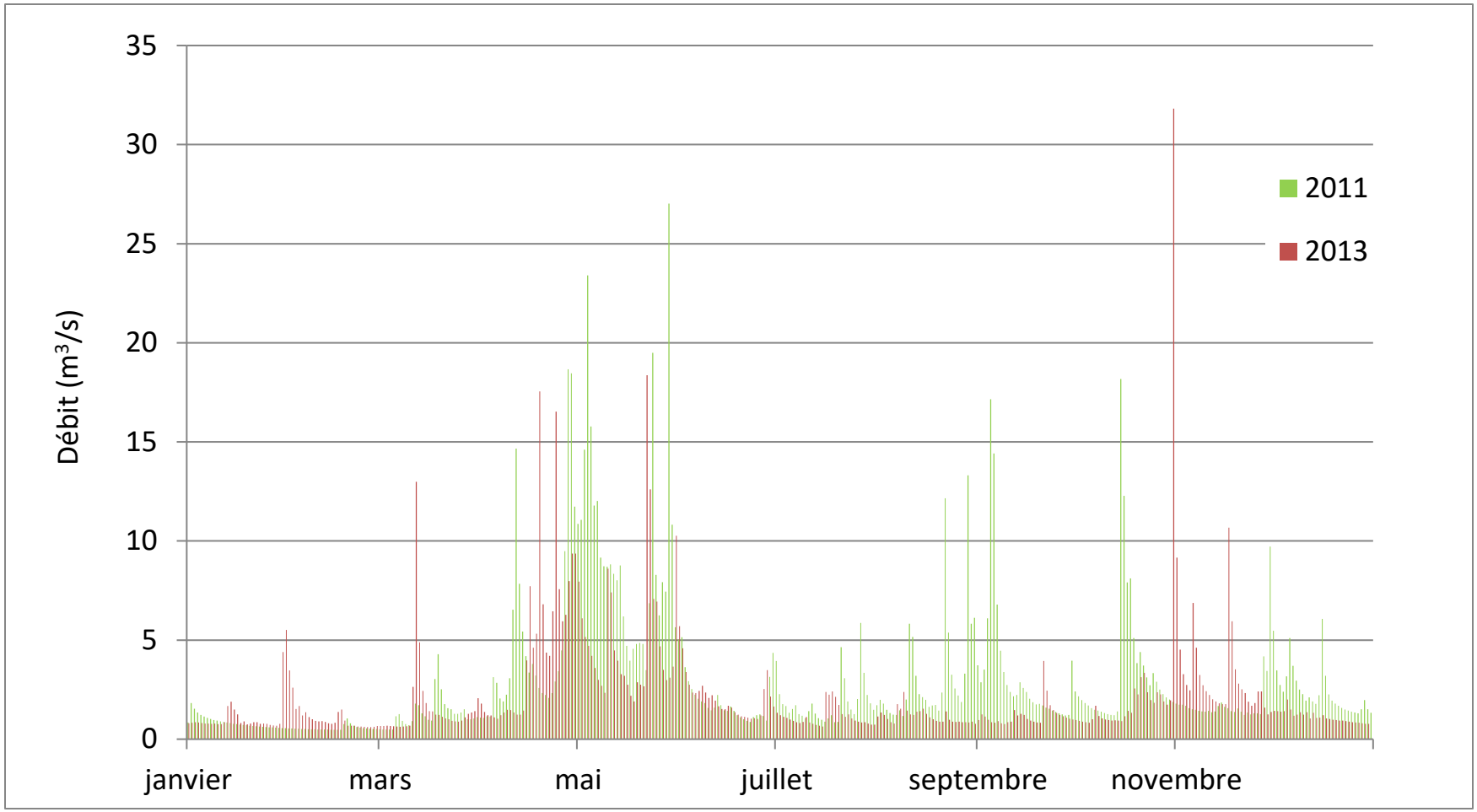


Figure 7 : Débits journaliers moyens enregistrés par le CEHQ à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2011 et en 2013.

4 Analyse des résultats

Il convient d'abord de noter que seuls les résultats problématiques seront présentés dans cette section, et ce, afin d'alléger la présentation du contenu du rapport. Concernant les analyses de turbidité, elles sont disponibles en annexe aux fins de comparaison avec les données de MES qui seront traitées plus en détail ici. De plus, les données de qualité de l'eau de 2013 seront mises en relation avec les données des années précédentes seulement dans les cas où une amélioration ou une détérioration a pu être observée.

Afin d'obtenir un portrait global de la qualité de l'eau des rivières visitées en 2013, la conductivité en tant que paramètre intégrateur a été utilisée (Figure 8). À titre comparatif, la carte des données de 2011 peut être consultée à la Figure 9. La conductivité est représentative de la charge de l'eau en matières dissoutes totales et c'est un moyen de détecter certaines pollutions par des éléments non analysés. Or, il n'est pas possible de déceler les éléments ayant une influence potentielle sur la conductivité sans analyses supplémentaires.

La Figure 10 présente la relation entre les valeurs moyennes de conductivité (n = 14–15 selon les stations) et des concentrations en ions chlorures (n = 4–5 par station). Une corrélation positive apparaît ainsi entre les deux paramètres (R^2 = 0,88). Il est cependant à noter que cette corrélation n'explique pas complètement la relation, car la conductivité peut tout de même être influencée par d'autres éléments en solution tels que le phosphore et l'azote. Dans le cadre de la présentation des analyses détaillées par station (sections ultérieures), il sera fait mention des facteurs, autres que les ions chlorures, ayant une influence potentielle sur la conductivité. Ainsi, à la lumière des résultats de 2013, chaque rivière à l'étude présente une problématique spécifique, qui sera décrite dans les sections suivantes (Weiner, 2008).

Les Figure 13 et Figure 14 illustrent l'évolution de la conductivité à la station E01, située sur le principal affluent du lac Saint-Charles, la rivière des Hurons et à la station E04, effluent du lac Saint-Charles (notons qu'une sonde de type HI 9828 a été utilisée de 2008 à 2010 et une sonde YSI 6600 V2 a été utilisée de 2011 à 2013).

Figure 8 : Valeurs moyennes de conductivité dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013.

Figure 9 : Représentation de la conductivité moyenne aux stations du suivi des rivières réalisé en 2011.

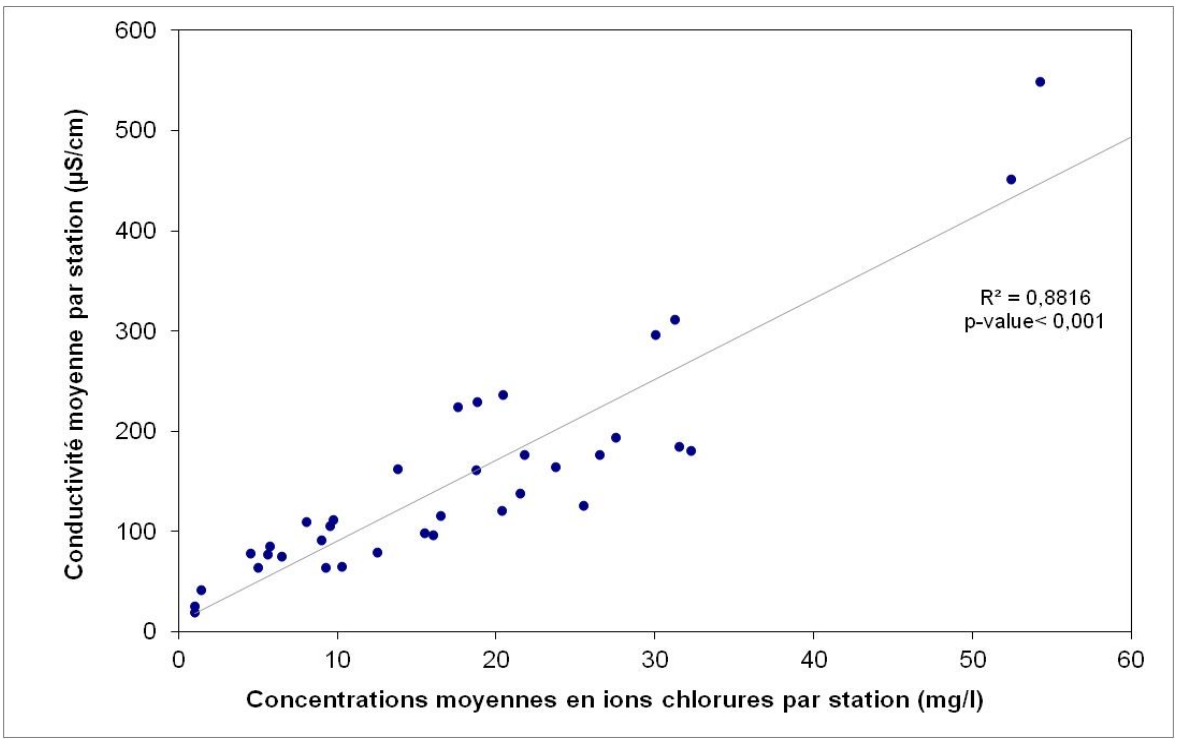


Figure 10 : Corrélation entre les ions chlorures (mg/l) et la conductivité (µS/cm).

Rappelons également qu'à l'usine de traitement des eaux de Château-d'Eau, une augmentation constante des ions chlorures est constatée depuis plus de trois décennies (Figure 11).

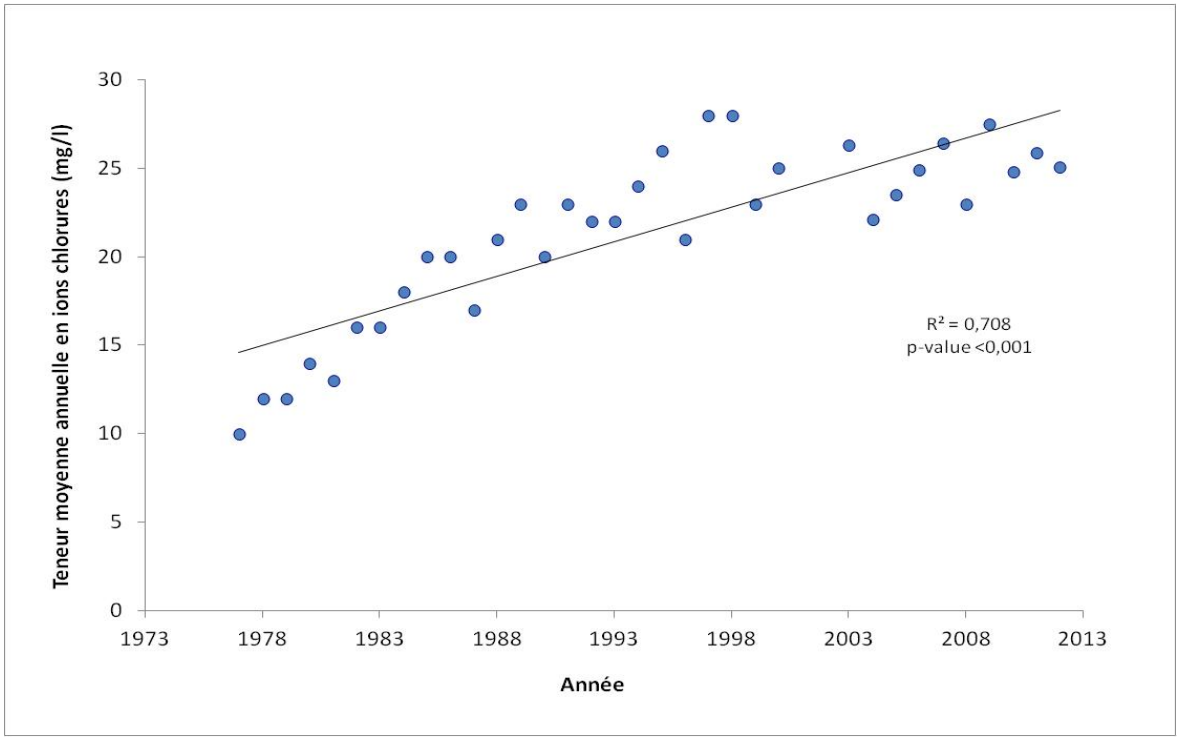


Figure 11 : Évolution de la concentration en ions chlorures à Château-d'Eau entre 1977 et 2012 (source : Ville de Québec, 2014)

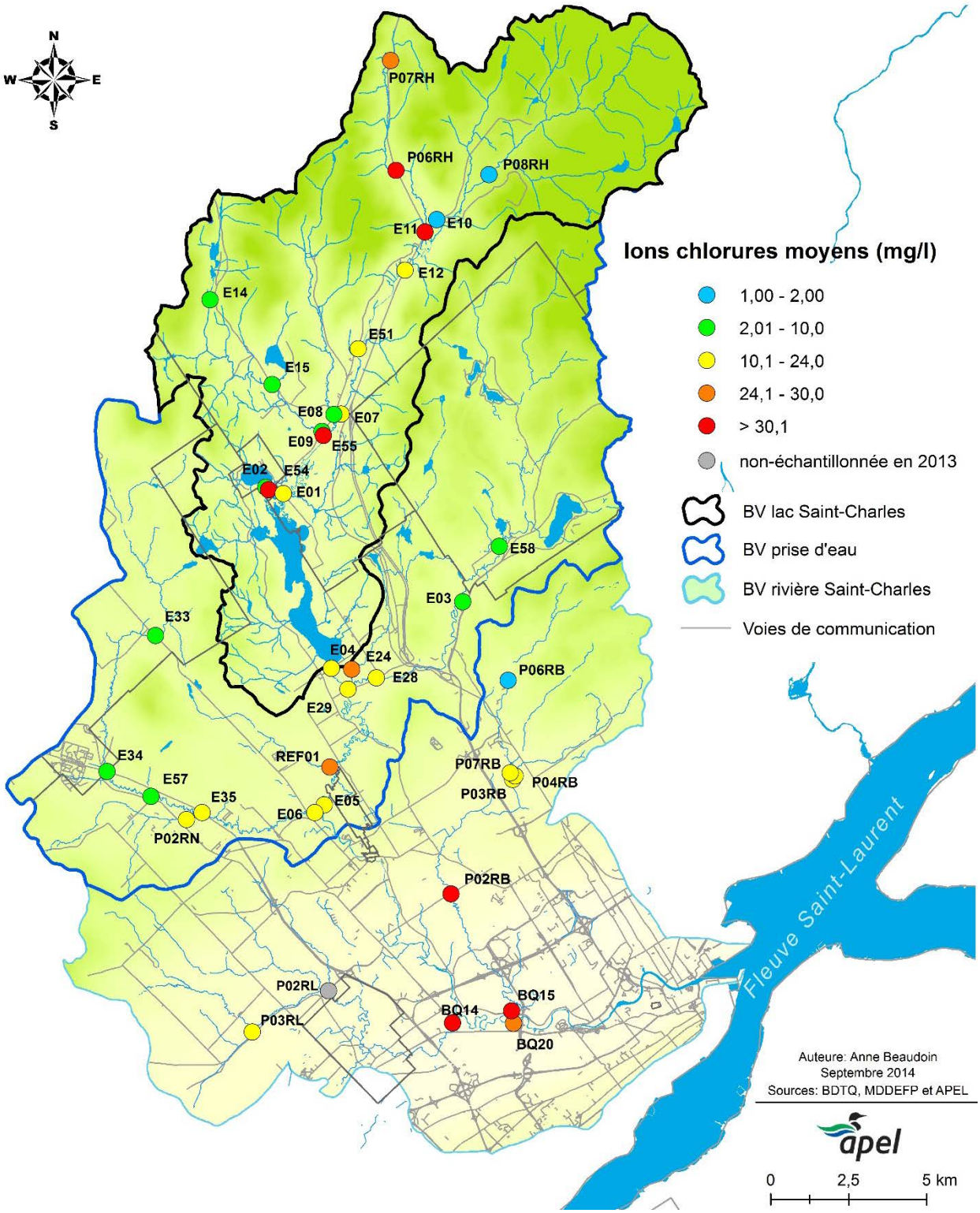


Figure 12 : Représentation des concentrations moyennes en ions chlorures dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013.

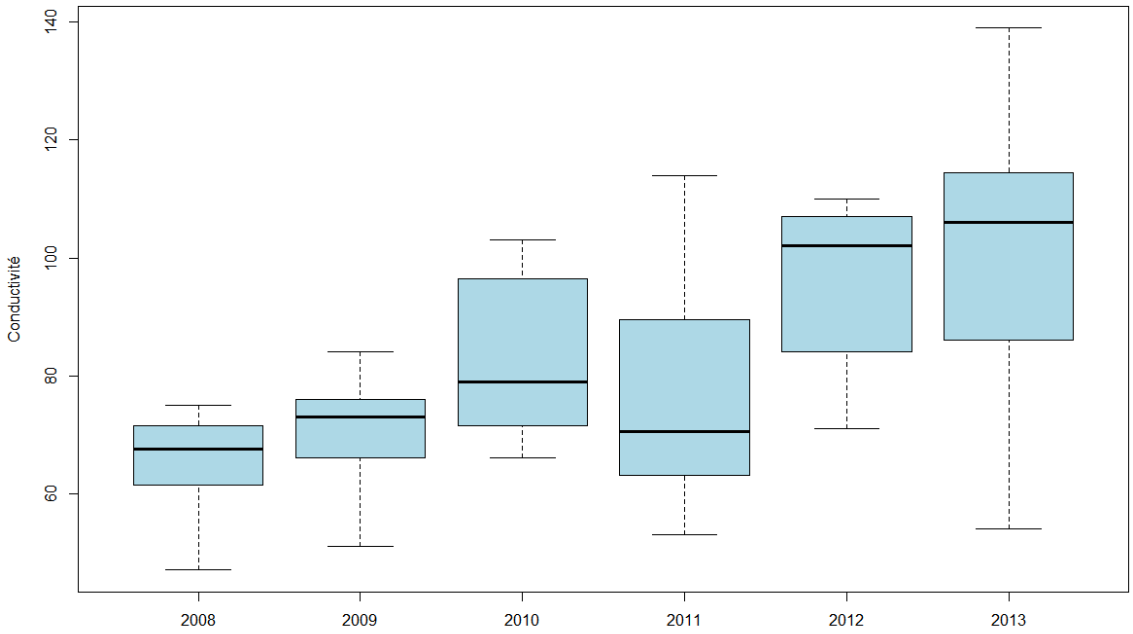


Figure 13: Évolution de la conductivité à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2013.

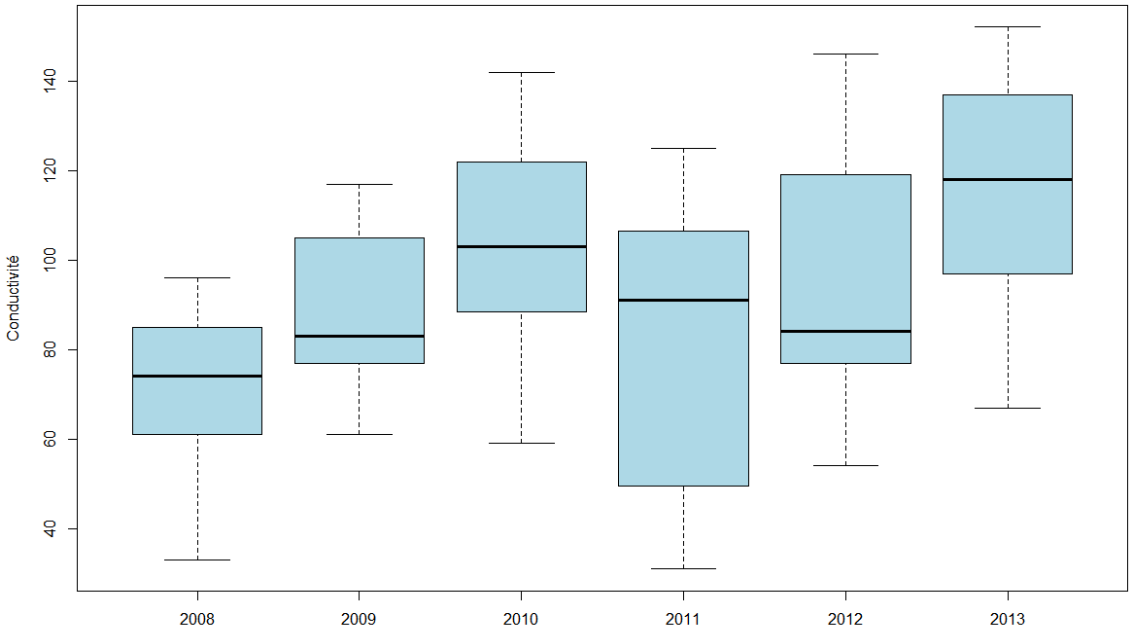


Figure 14: Évolution de la conductivité à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2013.

4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

Le Tableau 6 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière des Hurons (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (azote total Kjeldahl [NTK], azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés, alors que 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 de l'amont vers l'aval.

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 boulevard 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 confluence 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 confluence 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-et-Tewkesbury.
P05RH	Hibou	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Hibou en amont des travaux du développement des Grands Ducs à Stoneham-et-Tewkesbury. Station visitée seulement ponctuellement en 2013.	Chemin Bon Air.
E13	Hibou	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Hibou près des travaux du développement des Grands Ducs à Stoneham-et-Tewkesbury. Station visitée seulement ponctuellement en 2013.	Chemin du Golf.
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 la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury vers la rivière des Hurons. Quantifier les apports de la station d'épuration vers la rivière des Hurons.	Accès par un sentier débouchant sur le chemin de la Grande-Ligne à 50 m au nord de la rivière des Trois Petits Lacs.
E14	Trois Petits Lacs	Station témoin en amont de la station E15 et en aval des Trois Petits Lacs.	Chemin de la Vallée.
E15	Trois Petits Lacs	Station en aval d'une carrière de sable et d'un ancien dépotoir à déchets (domestiques est autres) et en amont d'un secteur habité (section de la rivière).	Pont sur l'avenue Tewkesbury (n° du pont : 1847).
E09	Trois Petits Lacs	Station en amont de la confluence 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.

La carte de la Figure 15 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière des Hurons et les valeurs moyennes de conductivité mesurées en 2013. Les Figure 16 àFigure 20 présentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés.

Le Tableau 7 présente un résumé, par station, des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

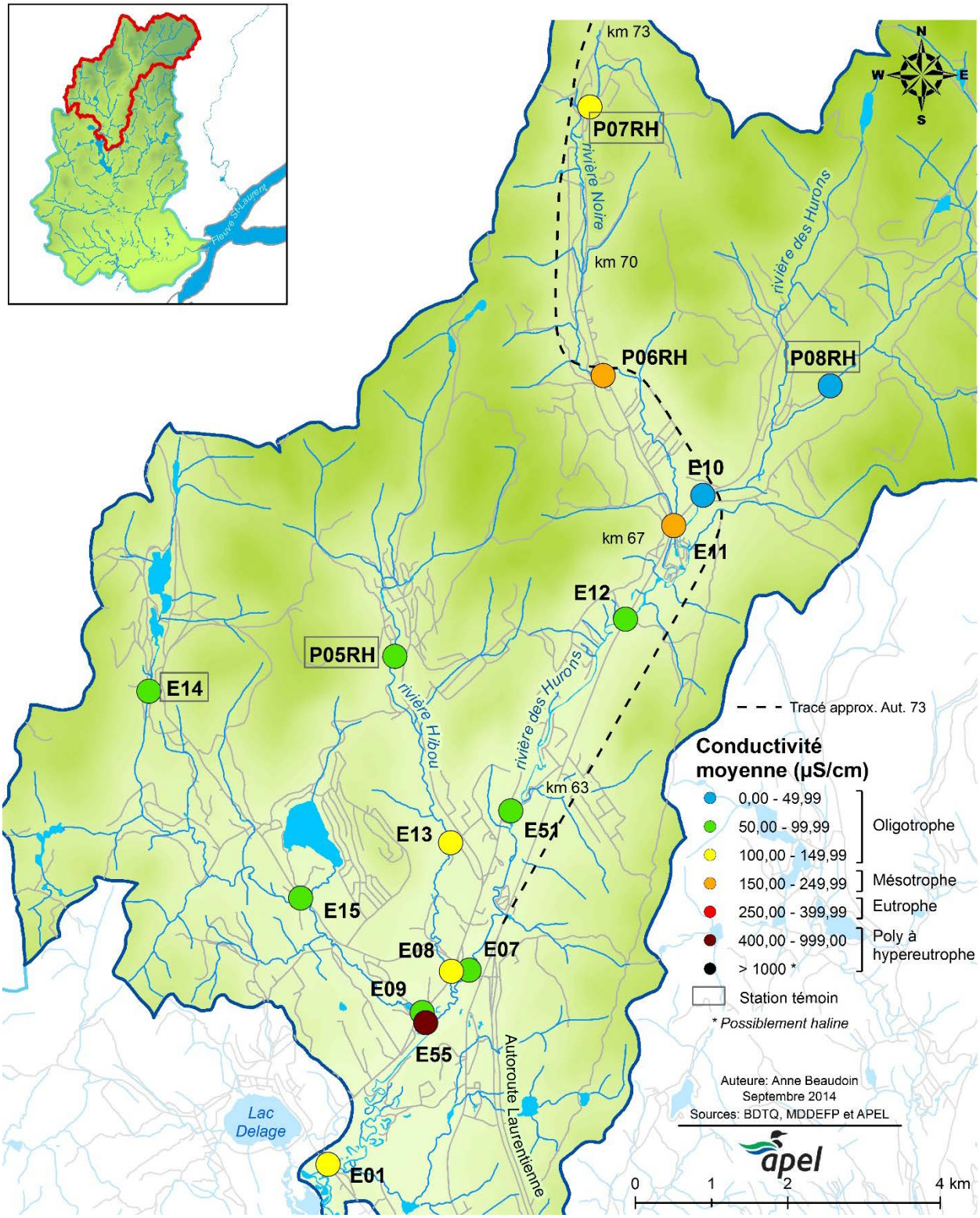


Figure 15 : Valeurs moyennes de conductivité mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2013.

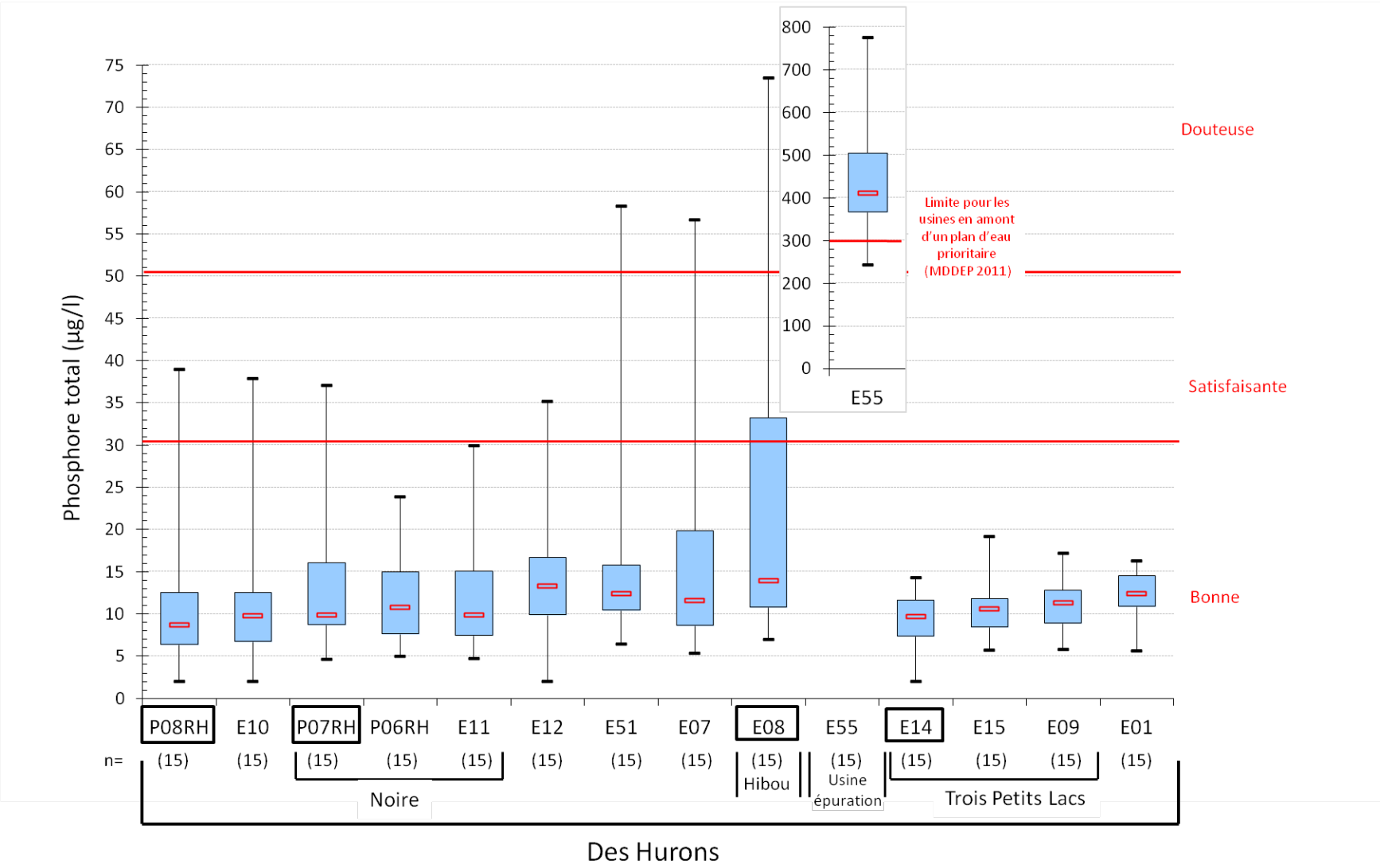


Figure 16 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

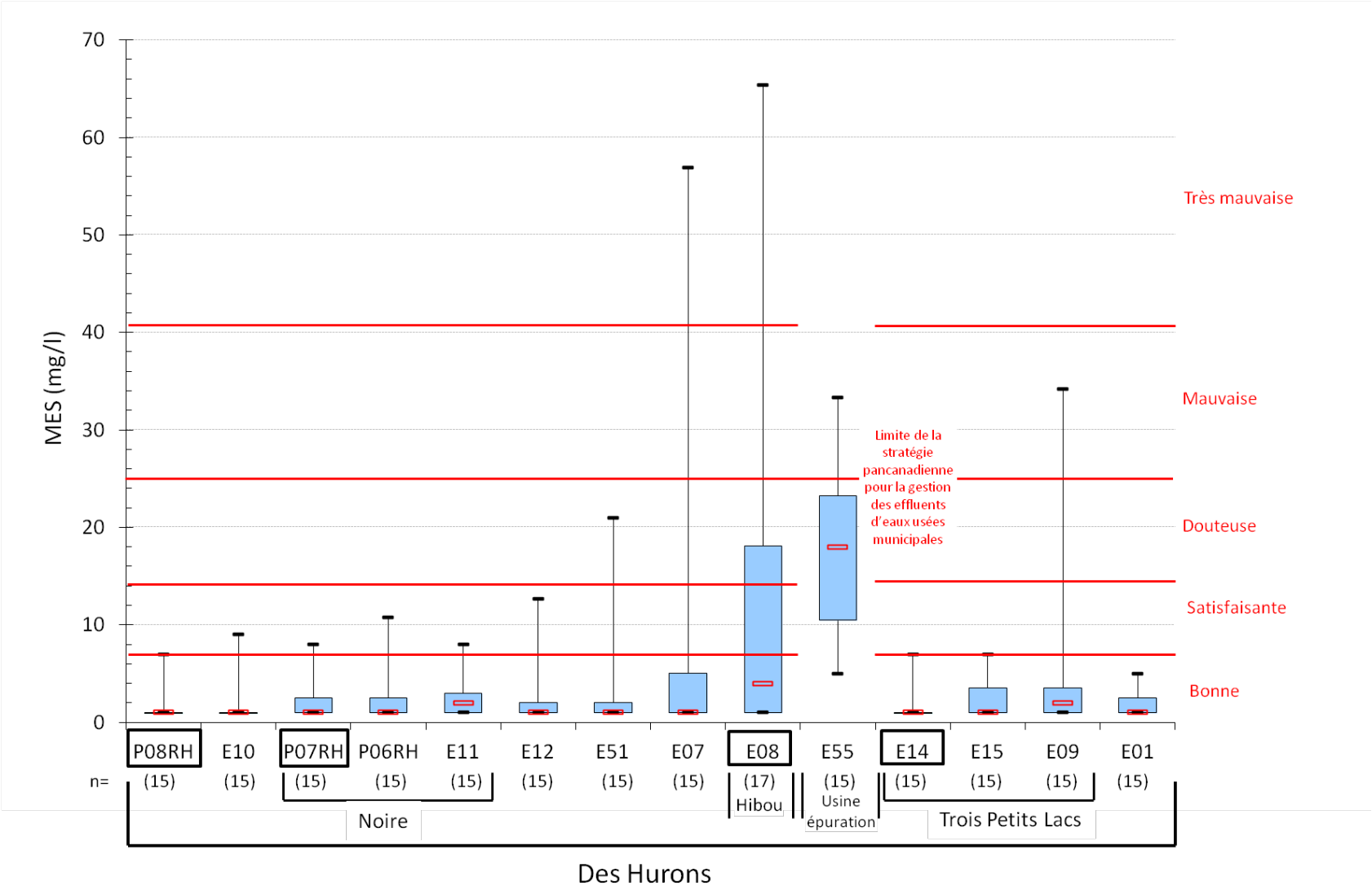


Figure 17 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

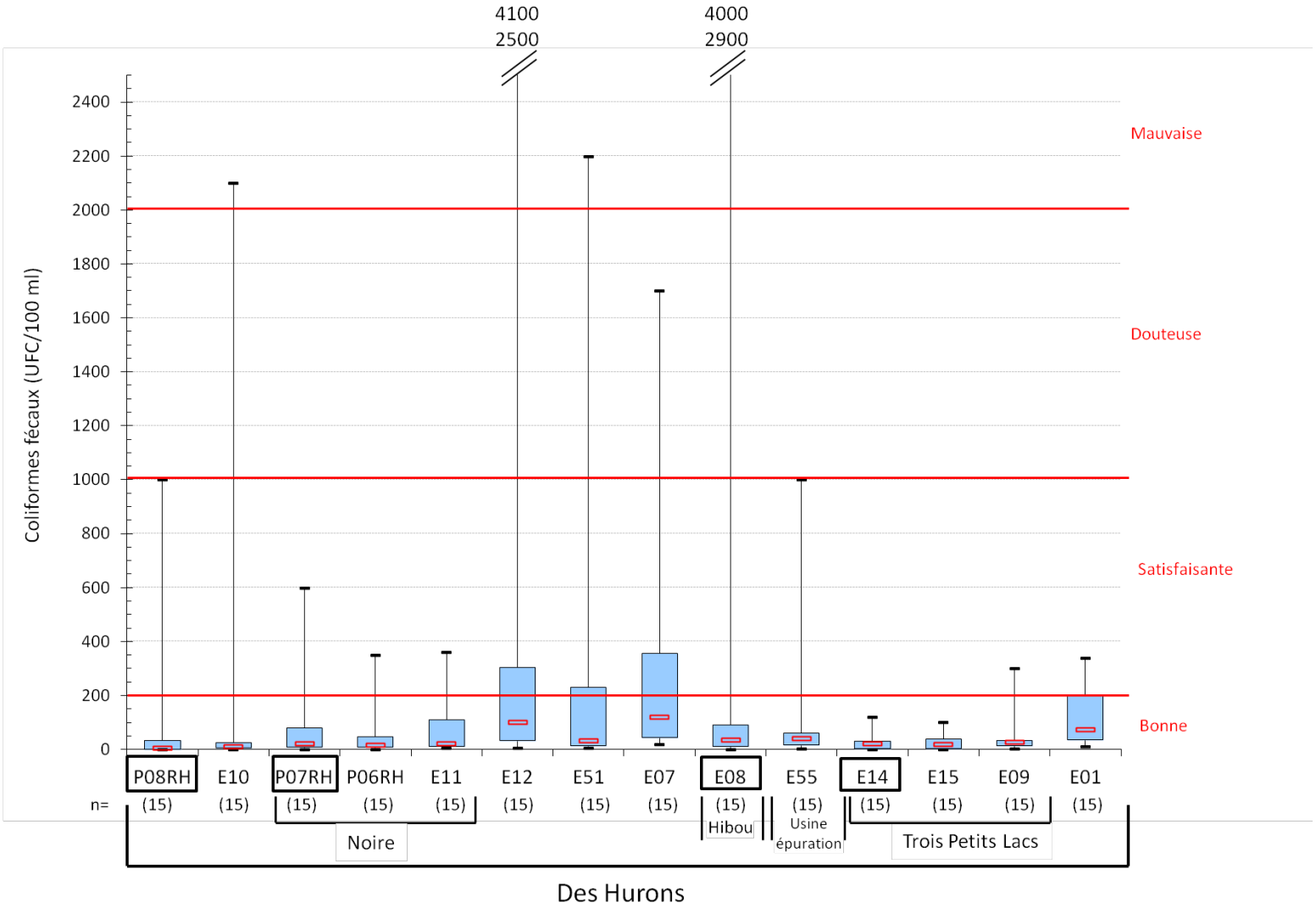


Figure 18 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

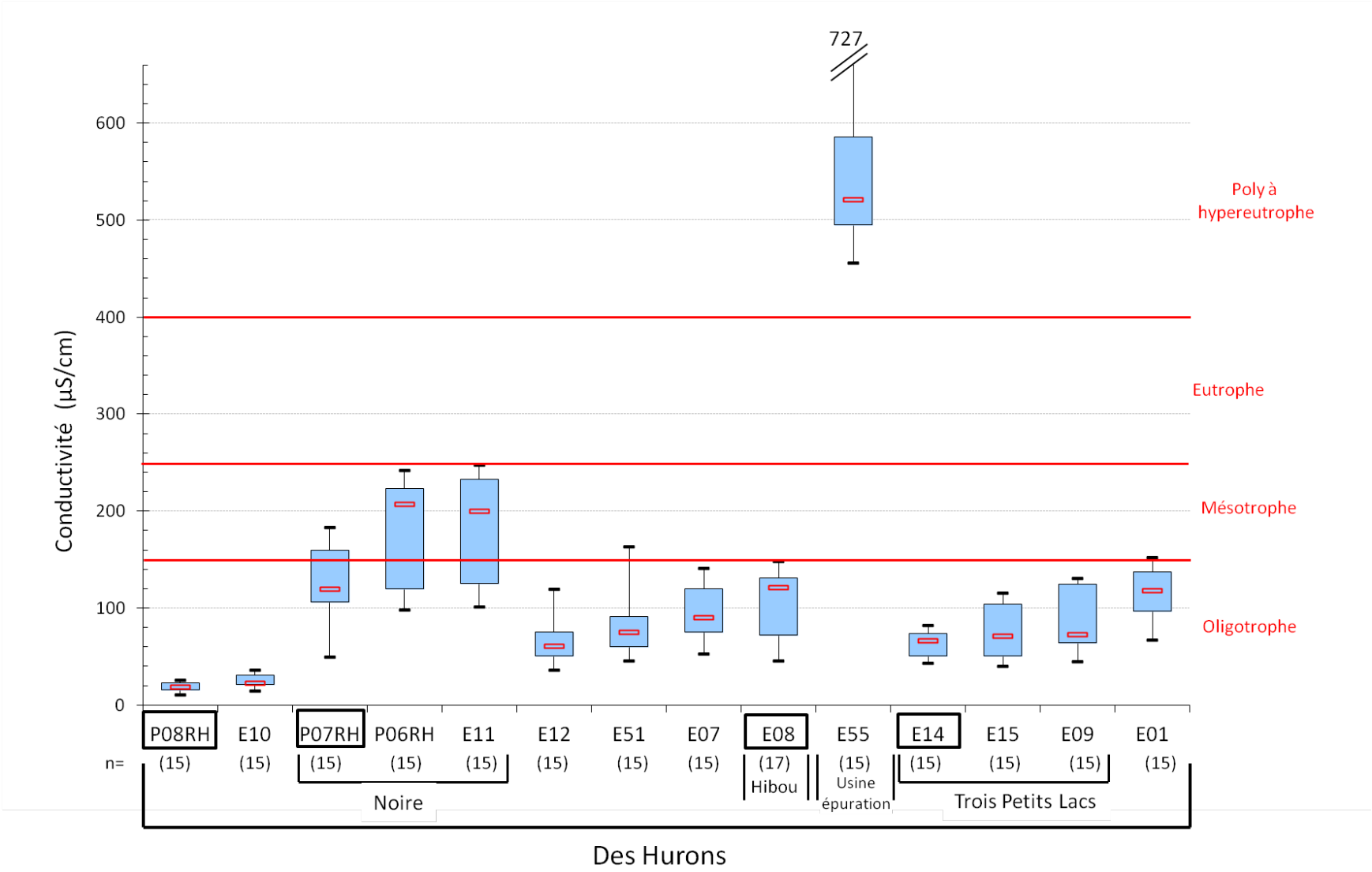


Figure 19 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

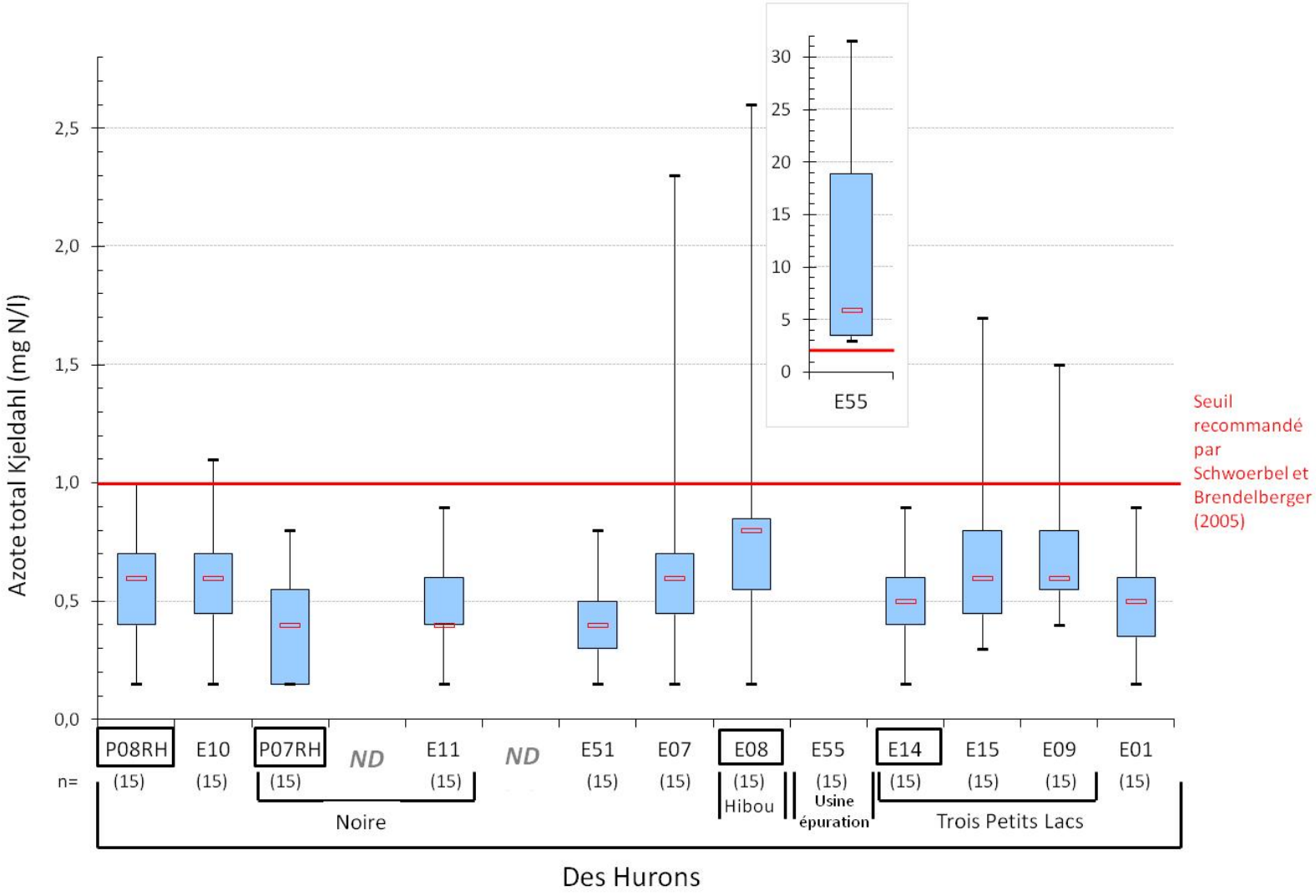


Figure 20 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

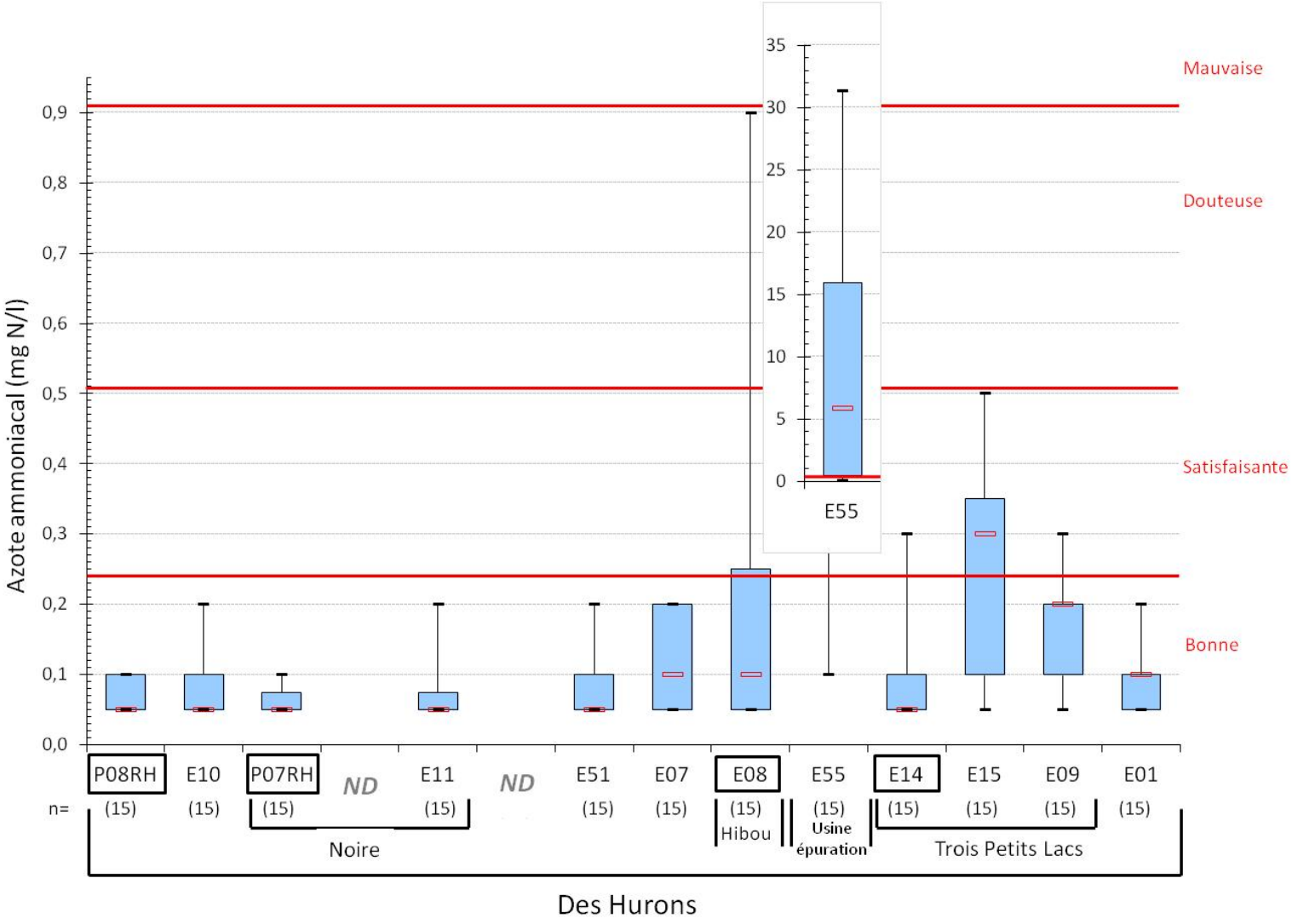


Figure 21 : Concentrations en azote ammoniacal mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

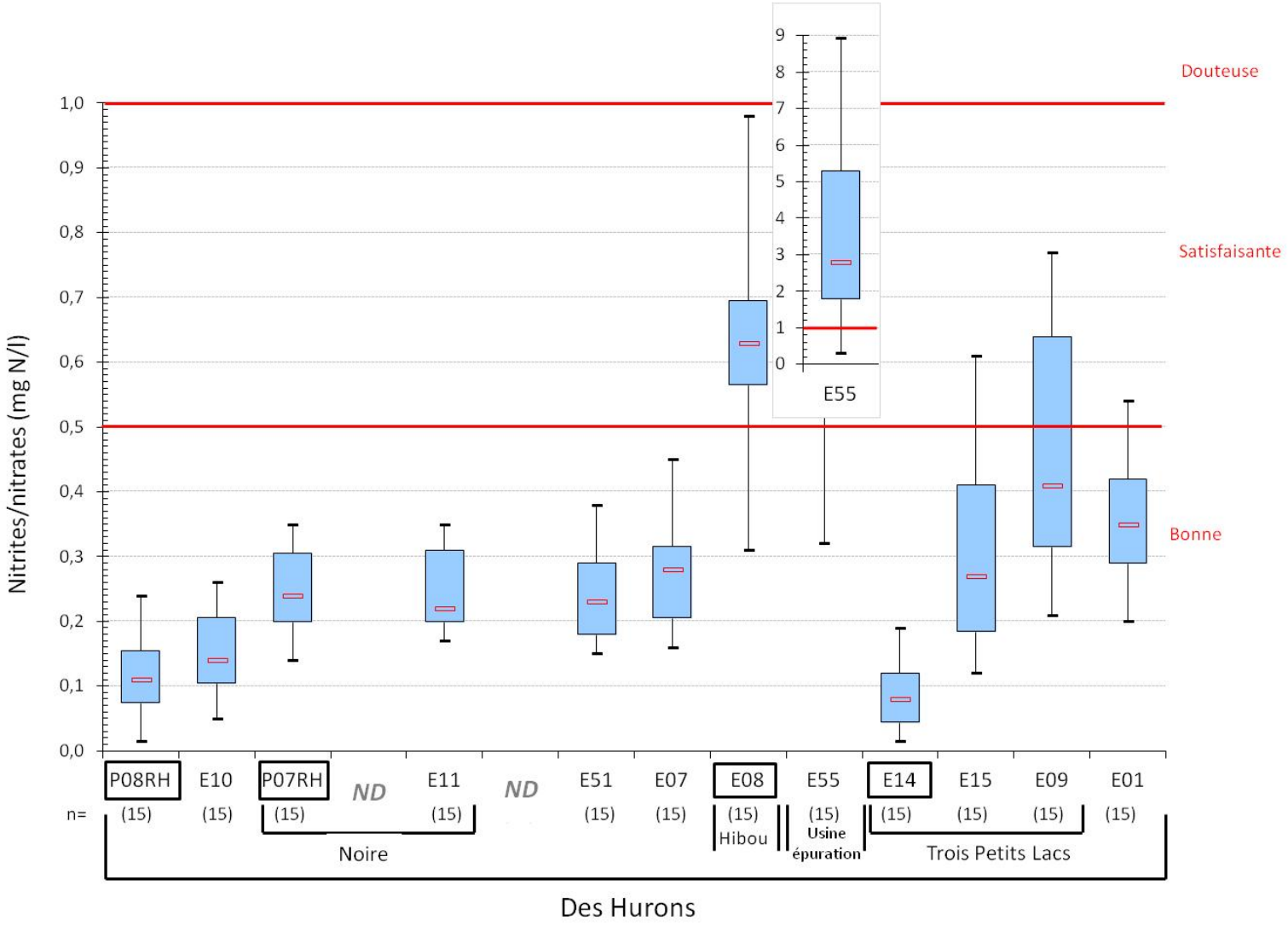


Figure 22 : Concentrations en nitrites/nitrates mesurées dans la rivière des Hurons et ses affluents en 2013.

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 en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[4]	Fréquence des dépassements	Dates	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P08RH **Des Hurons**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	7 novembre	**PT** : Dépassement associé à un épisode de pluie la veille. **NTK** : Bien que les concentrations de NTK ne dépassent pas le seuil de 1 mg/l, elles dépassent le seuil de 0,5 mg/l normalement observé à l'état naturel (Welch & Jacoby, 2004) 8 fois sur 15.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Il est possible que la station P08RH soit légèrement influencée par les activités agricoles sur le chemin Saint-Edmond.
E10 Des Hurons	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	7 novembre	**PT** : Dépassement associé à un épisode de pluie la veille. **CF** : Dépassements du 8 août (1200 UFC/100 ml) et du 7 novembre (2100 UFC/100 ml) attribuables à des épisodes de	Bien que la qualité de l'eau à cette station soit généralement « bonne », deux dépassements importants en CF ont été observés en 2013. Ce type de
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	8 août 7 novembre		

[4] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus. La relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée a la Figure 81 en annexe.

	NTK (> 1 mg/l N)	n = 1/15	22 juillet	pluie importants le jour de l'échantillonnage ou dans les 24 heures précédant l'échantillonnage. **NTK** : Dépassement du 22 juillet (1,1 mg/l) par temps sec. Les concentrations étaient également relativement élevées le 25 juin (0,8 mg/l) et le 10 juillet (0,9 mg/l), en temps sec pour cette station. Valeur élevée (1,0 mg/l) pour la station P08RH, en amont, à cette même date.	dépassements n'avait pas été observé ni en 2010 ni en 2011 (APEL, 2011; APEL, 2012). Il est possible que les valeurs élevées de NTK soient attribuables aux activités agricoles sur le chemin Saint-Edmond. Il est à noter que la station E10 est située en aval du ruisseau la Loutre qui draine le secteur agricole.
P07RH **Noire**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	8 août	**PT** : Dépassement du 8 août attribuable à un épisode de pluie important (près de 30 mm) le jour de l'échantillonnage. Les concentrations en MES, en NTK et en CF ont également subi une augmentation à cette date, sans toutefois dépasser les seuils. Une nette augmentation de la **conductivité** est observée depuis 2011.	La qualité de l'eau avait été généralement problématique en 2011 à toutes les stations de la rivière Noire (P07RH, P06RH et E11), en raison du chantier de construction de l'autoroute 73 (APEL, 2012). En 2013, la qualité de l'eau était généralement « bonne » aux stations P07RH, P06RH et E11. Or, une augmentation progressive de la conductivité aux stations P07RH, P06RH et E11 est observée de l'amont vers l'aval. De plus, on note une augmentation de la conductivité à toutes ces
P06RH **Noire**	Aucun dépassement	n = 0/15		Une nette augmentation de la **conductivité** est observée depuis 2011.	
E11 **Noire**	Aucun dépassement	n=0/15		Une nette augmentation de la **conductivité** est observée	

				depuis 2011.	stations depuis 2011 (Figure 15). Cette augmentation est certainement attribuable à l'entretien hivernal de la nouvelle autoroute 73 et possiblement aussi à une augmentation de l'épandage des sels de voirie sur le boul. Talbot à cause de la diminution du débit (nombre de véhicules qui passent). Il est important de noter que la station P07RH est affectée par les eaux de drainage des portions de l'autoroute et du boul. Talbot présentes dans le bassin versant voisin (voir Figure 23 et APEL, 2012).
E12 Des Hurons	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	7 novembre	**PT** : Dépassement associé à un épisode de pluie la veille. **CF** : Dépassements du 10 juin et du 7 novembre attribuables à des épisodes de pluie. Dépassement important le 25 juin (4100 UFC/100 ml) par temps sec avec effets ressentis sur toutes les stations en aval (E51, E07 et E01). Probablement relié à la présence de terrains de camping dans le secteur.	Le rapport de 2011 avait fait le constat suivant : « Le camping (de Stoneham) 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 ». Les résultats de 2013 laissent supposer qu'il y a encore des
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 3/15	10 juin 25 juin 7 novembre		

					problèmes avec les installations septiques du secteur. 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). Néanmoins, il y a une augmentation de la moyenne (50 µS/cm en 2011 et 65 µS/cm en 2013) ainsi que des maximums printaniers (64 µS/cm en 2011 et 120 µS/cm en 2013)
E51 **Des Hurons**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	7 novembre	**PT** et **MES** : Dépassement du 7 novembre associé à un épisode de pluie la veille. **MES** : Dépassement du 8 août attribuable à un épisode de pluie important (près de 30 mm) le jour de l'échantillonnage. Les	Qualité de l'eau généralement meilleure en 2013 en ce qui a trait au PT et aux MES. Il n'y a effectivement pas eu les mêmes observations d'eau trouble à répétition comme en 2011 (APEL, 2012).
	MES (> 13 mg/l)	n = 2/15	8 août 7 novembre		

	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	10 juin 25 juin	concentrations en PT, en NTK et en CF ont également subi une augmentation à cette date, sans toutefois dépasser les seuils. **CF** : Dépassement du 10 juin associé à un épisode de pluie. Dépassement du 25 juin (2200 UFC/100 ml) par temps sec possiblement lié à la présence de terrains de camping dans le secteur de la station E12.	Or, pour la première fois en 2013, on observe des dépassements en CF. Ceux-ci sont très probablement attribuables à une source de contamination en amont de la station E12.
E07 Des Hurons	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	7 novembre	**PT**, **MES** et **NTK** : Dépassements du 7 novembre associés à des épisodes de pluie. **MES** : Dépassement important le 8 août (56,9 mg/l) lié à une pluie. En amont, à la station E51 une concentration en MES de 17,3 mg/l a été mesurée. **CF** : Dépassement du 25 juin par temps sec avec effets ressentis sur les stations E12, E51 et E01. Probablement relié à la présence de terrains de camping dans le secteur de la station E12.	En temps de pluie forte, les MES à cette station augmentent de manière significative. Les mêmes variations ne sont pas observées aux autres stations du même secteur. Les sources d'érosion causant ces dépassements n'ont pas pu être déterminées. La contamination en CF en amont se fait sentir jusqu'à la station E07.
	MES (> 13 mg/l)	n = 2/15	8 août 7 novembre		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 1/15	8 août		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	25 juin		

E08 **Hibou**	MES (> 13 mg/l)	n = 5/17	23 mai 28 mai 18 juillet 8 août 7 novembre	**MES** et **PT** : La plupart des dépassements sont attribuables à des épisodes de pluie. Seuls les dépassements du 28 mai se sont produits par temps sec. **PT** : Le dépassement du 22 juillet s'est également produit par temps sec. Les eaux étaient plutôt stagnantes ce jour-là et en amont, à la station E13, des concentrations en MES qualifiées de très mauvaise ont été mesurées (Photos 1 page 44). REMARQUES : L'échantillon du 23 mai a été pris par temps de pluie. Sa valeur élevée en **MES** (22,5 mg/l; qualité « douteuse ») est en partie due au chantier du développement résidentiel des Grands Ducs au bout de la rue du Golf. Il en est de même pour l'échantillon du 18 juillet. Même si le dépassement en MES semble dû à une forte pluie la veille, une fissure dans un des bassins de rétention serait en partie responsable du dépassement. **CF** : Dépassements attribuables à des épisodes de pluie les jours d'échantillonnage.	La rivière Hibou a été affectée par les travaux du développement résidentiel des Grands Ducs à proximité du cours d'eau. Voir encadré Photos 1 à la page 44 pour illustration et Figure 24. NOTES DE TERRAIN du 18/07/2013 et suite d'une conversation avec un représentant du MDDEFP: « Suivi des travaux près du chemin du Golf à Stoneham-et-Tewkesbury. Apparemment, il y a eu une fissure dans l'un des bassins de rétention lors d'un dynamitage. Il semble impossible de colmater cette fissure ». Les dépassements en CF en temps de pluie ont également été observés en 2011, quoique de moindre importance. Aucun dépassement n'avait été observé en 2010.
	PT (> 30 µg/l)	n = 4/15	28 mai 22 juillet 8 août 7 novembre		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	8 août (4000 UFC/100 ml) 3 septembre		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 1/15	16 avril		
	Azote ammoniacal (> 0,51 mg/l N)	n = 1/15	16 avril		

				NTK et **azote ammoniacal**: Dépassement du 16 avril associé à un épisode de pluie important (plus de 20 mm) le jour de l'échantillonnage et à la fonte printanière.	
E55 **Station d'épuration**	PT (> 300 µg/l; seuil visé pour des usines en amont d'un lac considéré prioritaire)	n = 14/15	SAUF : 10 juillet	Bien que les rejets de la station 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 93 % du temps (MDDEP, 2011). Les apports en **NTK** sont considérés importants 100 % du temps.	Bien que la station de traitement des eaux usées respecte les normes du MDDEP de 2011 en tout temps et dépasse seulement 3 fois les nouvelles normes pour les MES, les quantités de phosphore et de composés azotés dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.
	PT (> 1000 µg/l; usines existantes) *	n = 0/15			
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15			
	MES (> 25 mg/l)*	n = 3 /15	8 août 3 sept. 19 sept.		
	NTK (> 2-4 mg/l N) **	n = 15/15	Toutes les dates		
	Azote ammoniacal (> 0,51 mg/l N)	n = 10/15	SAUF : 22 juillet 8 août 22 août 9 sept. 18 sept.		
	Nitrites/nitrates (> 1,0 mg/l N)	n=12/15	SAUF : 16 avril 3 sept. 18 sept.		

	Chlorophylle *a* (> 8,6 µg/l)	n=12/15	SAUF : 16 avril 15 mai 25 juin		
E14 **Trois Petits Lacs**	Aucun dépassement	n = 0/15			Qualité de l'eau généralement « bonne ».
E15 **Trois Petits Lacs**	NTK (> 1 mg/l N)	n = 1 /15	10 juillet	**NTK** : Dépassement par temps sec. Des hausses de concentrations sont également observées pour les autres composés azotés à cette date. Aucune explication.	Voir station E09.
E09 **Trois Petits Lacs**	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	3 septembre	**MES** et **NTK** : Dépassements reliés à des épisodes de pluie la veille et le jour de l'échantillonnage du 3 septembre.	En 2011, plusieurs dépassements de seuils pour les composés azotés avaient été observés à cette station. Pour cette raison, deux stations en amont ont été suivies en 2013 (E14 et E15). Bien que les dépassements aient été moins fréquents en 2013 qu'en 2011, il est possible d'observer une hausse graduelle en NTK, en nitrites/nitrates et de la conductivité entre les stations E14, E15 et E09. L'azote ammoniacal est maximal à la station E15. Les activités anthropiques observées dans ce secteur
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 1/15	3 septembre		

				sont les carrières et sablières, un ancien dépotoir, et, dans une moindre mesure, des activités agricoles. Les deux peuvent contribuer aux concentrations en composés azotés mesurées. Des éventuels barrages à Castor peuvent aussi contribuer à cette charge.
E01 **Des Hurons**	Aucun dépassement	n = 0/15	Une augmentation de la **conductivité** a été notée depuis 2011 : la valeur moyenne a augmenté de près de 30 %, passant de 82,8 µS/cm en 2011 à 95 µS/cm en 2012 et à 115 µS/cm en 2013.	Qualité de l'eau généralement « bonne » à « douteuse ». La rivière des Hurons ayant une grande capacité de dilution ne verra pas directement sa qualité d'eau compromise. La charge totale en éléments nutritifs risque toutefois d'affecter le lac Saint-Charles et de contribuer à son eutrophisation (Tableau 8). L'augmentation de la conductivité à la station E01 semble refléter l'augmentation de la conductivité aux stations en amont, notamment celles de la rivière Noire.

***Note :** Les seuils pour le phosphore sont tirés du site Internet du MDDEP (2011) et du MDDELCC (2014). 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.mep.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). Ces normes ont également été retenues au niveau provincial (Québec, 2014).

****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).

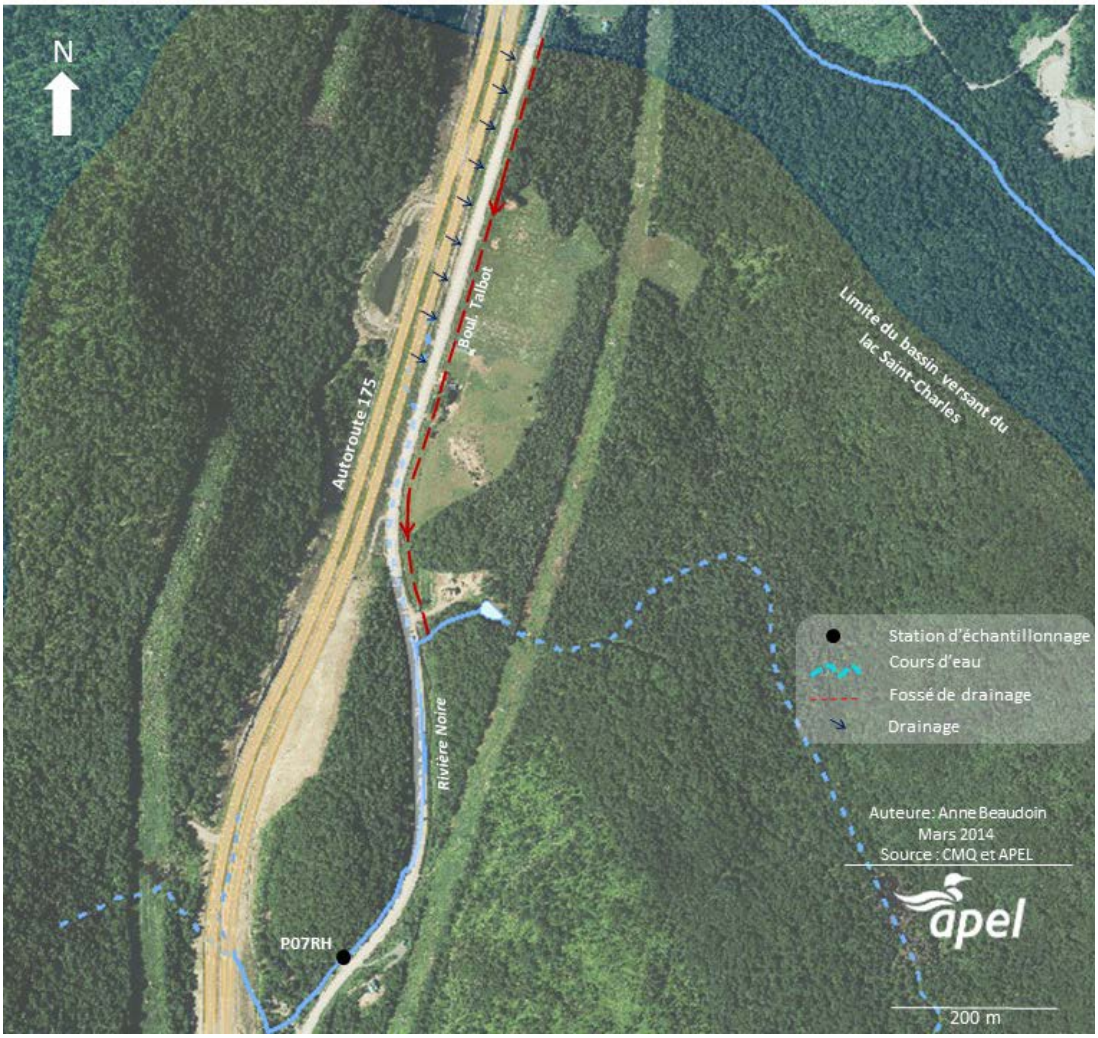
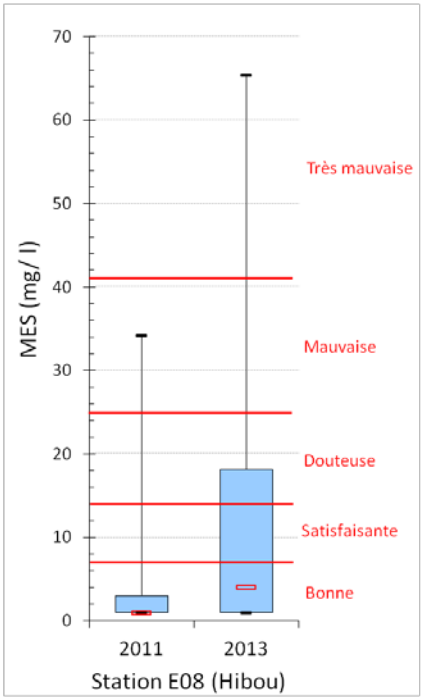


Figure 23 : Illustration de la zone d'impact des sels de voirie de l'autoroute 73 sur la rivière Noire à la station P07RH.

Station sur la rivière Hibou	23 mai 2013	28 mai 201322 juillet 2013 Pas de pluie dans les 48 heures (sec)	10 juin 2013 Pluie dans les 24 à 48 heures	18 juillet 2013 Pluie forte la veille (85 mm)	22 juillet 2013 Pas de pluie dans les 48 heures (sec)	7 novembre 2013 Pluie le jour même
	MES (mg/l)	MES (mg/l)	MES (mg/l)	MES (mg/l)	MES (mg/l)	MES (mg/l)
P05RH (chemin Bon Air)	n.d.	n.d.	n.d.	3	< 2	10,5
E13 (chemin du Golf)	n.d.	26,8	8	28,7	78	40,2
E08 Chemin de la Grande Ligne	65,4	22,5	3	18,1	4	30,2

Photos 1 : Travaux du développement résidentiel des Grands Ducs durant l'été 2014 aux abords de la rivière Hibou (A : photo aérienne du chantier, 27 juin 2013; B : bassin de rétention, 29 mai 2013; C : aspect trouble de la rivière Hibou au chemin Bon Air, 18 juillet 2013). Crédit : William Verge.



Des Hurons

Figure 24 : Hausse des concentrations en MES observée à la station E08 de la rivière Hibou (2011–2013).

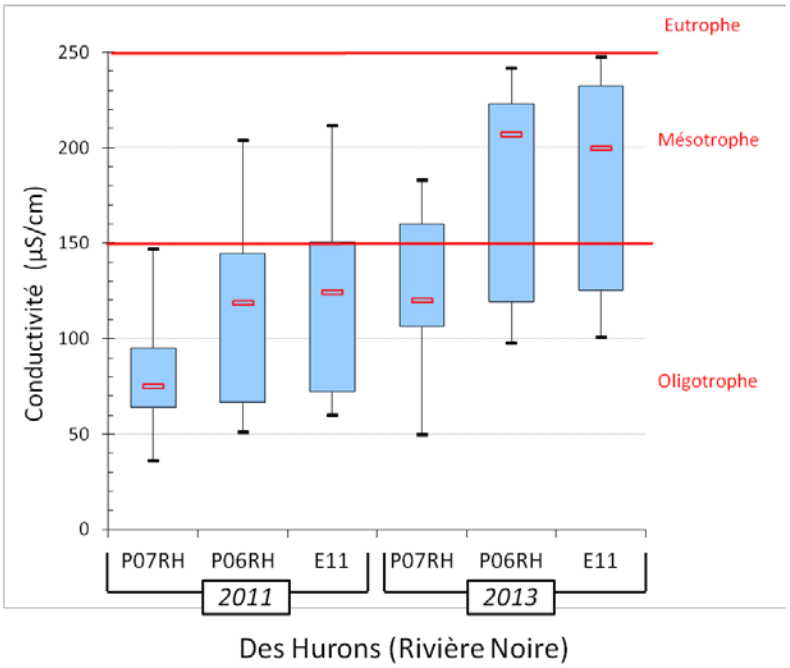


Figure 25 : Hausse des valeurs de conductivité observée aux stations de la rivière Noire (2011–2013).

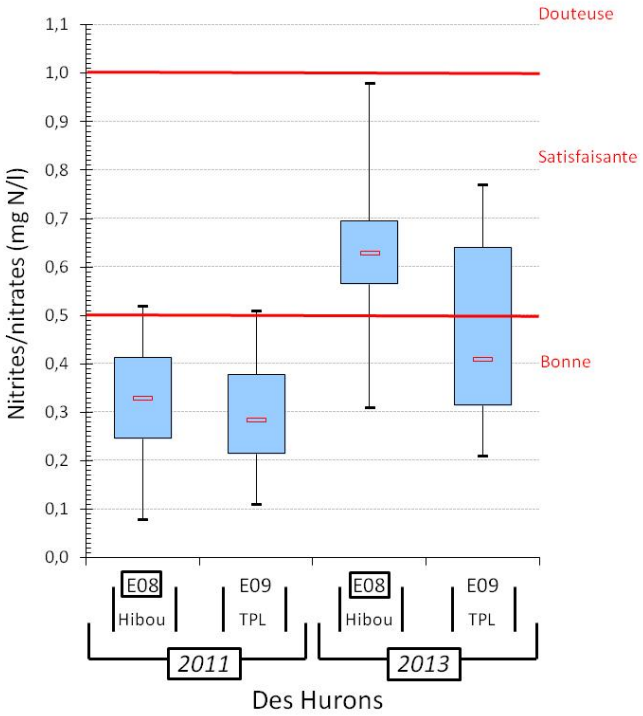


Figure 26 : Hausse des concentrations en nitrites/nitrates observée aux stations E08 et E09 (2011–2013).

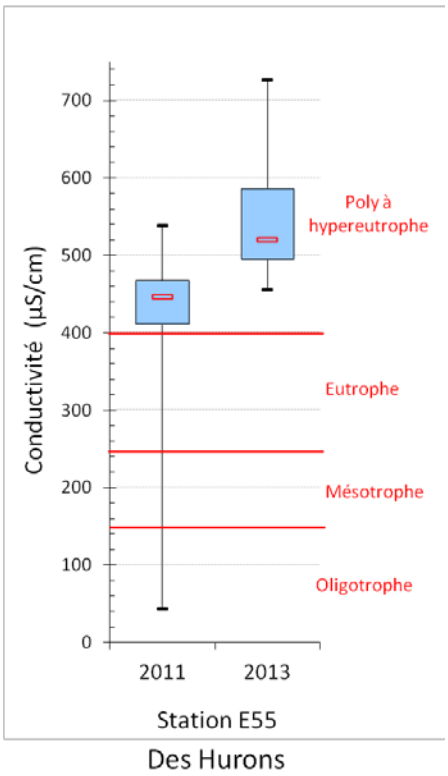


Figure 27 : Hausse des valeurs de conductivité observée à la station E55 (station d'épuration de Stoneham-et-Tewkesbury) (2011–2013).

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- La mise en service de l'autoroute 73 cause déjà une augmentation de la conductivité électrique de la rivière Noire, et ce, à toutes les stations d'échantillonnage. Les concentrations en ions chlorures retrouvées dans la rivière Noire sont plus élevées que dans le secteur de Val-Bélair (station E35 en aval de la route de la Bravoure) et s'apparentent davantage à celles retrouvées en aval de la prise d'eau de Château-d'Eau à la station BQ20 sur la rivière Saint-Charles.
- L'effet de dilution de la rivière des Hurons explique probablement la diminution d'amont en aval de sa conductivité et des concentrations en ions chlorures et en éléments nutritifs (stations E12, E51, E07, E01). Néanmoins, une augmentation de 30 % de la conductivité globale au lac Saint-Charles a été observée depuis 2011 (APEL, données non publiées).
- La conductivité électrique est également plus élevée sur la rivière Hibou, ce qui est probablement attribuable à l'érosion générée par les travaux du développement des Grands Ducs.
- Le développement des Grands Ducs a contribué à apporter davantage de sédiments à la rivière Hibou. Les mesures de contrôle de l'érosion et les bassins de rétention n'ont pas permis de contrôler ces apports, ni en temps de pluie ni en temps sec. Les mesures de contrôle n'étaient pas adéquates compte tenu de la superficie des travaux, de l'ampleur des précipitations, ainsi

que de la proximité du chantier à la rivière. De plus, le dynamitage réalisé lors des travaux a fissuré le bassin de rétention causant un écoulement de sédiments dans la rivière Hibou également en temps sec (Figure 24). Malgré les interventions de l'APEL auprès de la municipalité, du promoteur et du MDDEFP, l'écoulement a été observable tout au long de la saison d'échantillonnage.

- La qualité bactériologique de la rivière des Hurons et de ses tributaires est généralement « satisfaisante ». Or, comparativement à 2011, le seuil recommandé pour les activités de contact secondaire a été plus fréquemment dépassé, notamment aux stations E10, E12, E51 et E07 sur la rivière des Hurons. Ces dépassements ont eu lieu en temps sec et en temps de pluie, et ce, aux mêmes journées pour toutes ces stations. Un lessivage d'installations septiques en amont peut en être la cause en temps de pluie. Le dépassement en temps sec, qui a eu lieu le 25 juin, pourrait provenir d'un pompage des installations septique du Camping de Stoneham (valeurs les plus élevées à la station E12). Sur la rivière Hibou, deux dépassements importants ont pu être observés, en temps de pluie, à la station E08. Ces dépassements n'ont pas eu lieu aux mêmes dates que ceux des autres stations. Un bris d'égout pourrait en être la cause.
- Il est à noter qu'il y a eu des dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml pour les CF (critère pour la baignade) à toutes les stations, sauf E14 et E15. Les résultats de 2013 sont en continuité avec ceux de 2011 et 2010.
- Comme en 2011, les valeurs pour les nitrites/nitrates ne dépassent pas la limite de 1 mg/l (correspondant à une qualité de l'eau « satisfaisante » selon l'IQBP), mais une augmentation de l'amont vers l'aval peut être observée dans les rivières Noire, Hibou et des Hurons. Or, on observe en 2013 une nette augmentation des nitrites/nitrates aux stations E08 (rivière Hibou) et E09 (rivière des Trois Petits Lacs) par rapport à 2011. Ainsi, seulement 50 % des échantillons prélevés à la station E09 se situent dans la catégorie « bonne », comparativement à 100 % en 2011.
- Une baisse des nitrites/nitrates a été observée à la station E01 en 2013 par rapport aux stations en amont. Dans l'ensemble, une hausse légère par rapport aux résultats de 2011 peut-être observée.
- Le seuil d'azote ammoniacal correspondant à une qualité de l'eau « satisfaisante » (> 0,5 mg/l) est dépassé seulement à la station E08 (rivière Hibou). Autrement, les valeurs sont maximales à la station E15 (à mi-parcours de la rivière Hibou). Pour les autres rivières, bien qu'il n'y ait pas de dépassements, une augmentation amont-aval peut être observée.
- Tout comme en 2011, le NTK s'approche et dépasse le seuil de 1 mg/l à plusieurs stations, dont E09 sur la rivière des Trois Petits Lacs. Les résultats révèlent déjà une nette augmentation du NTK entre les stations E14 et E15, dont la cause n'est toujours pas identifiée. Généralement, les dépassements en NTK sont considérés comme indicateurs d'une problématique de surfertilisation du milieu (MDDEP, 2012). Cependant, il est possible que l'agriculture, les carrières et sablières, ainsi que la présence de barrages de castors dans le secteur contribuent à ces valeurs. Il est à noter que la station E08 (rivière Hibou) a subi une nette augmentation en NTK en 2013 par rapport à 2011.

- La station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55), qui se compose d'un système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique, respectait en 2011 les normes alors en vigueur concernant les rejets de PT, de MES et de CF pour ce genre d'installation.

  Or, les concentrations de PT de l'effluent, qui s'approchaient de la norme de 1000 µg/l pour 50 % des échantillons, étaient supérieures à celles observées en 2010 (< 400 µg/l). En fait, les échantillons de 2011 présentaient, dans 62,5 % des cas, une valeur de PT supérieure au seuil de 300 µg/l alors recommandé par le MDDEP pour le rejet de PT en amont de lacs prioritaires. En 2013, les valeurs moyennes et maximales étaient semblables à celles de 2011. Or, la médiane a connu une hausse en 2013, ce qui s'explique par un dépassement du seuil de 300 µg/l dans 94 % des cas.

  Les rejets de NTK de cette station d'épuration sont assez importants : dans 80 % des cas en 2011 et dans 100 % de cas en 2013, les concentrations de NTK dépassaient les seuils maximaux recommandés dans la littérature pour une usine de traitement en amont d'un lac. De plus, de 2011 à 2013, la moyenne de NTK des échantillons est passée de 7,1 mg N/l à 12,1 mg N/l.

  Quant aux MES, la norme de rejet actuellement en vigueur (25 mg/l) a été dépassée à trois reprises en 2013 et en 2011 (Québec, 2014). Finalement, une augmentation de la conductivité est également observée depuis 2011, ce qui témoigne d'une hausse de la charge ionique et des concentrations en ions chlorures (Figure 27).
- La station E07 (rivière des Hurons) est associée à une station hydrométrique qui mesure le débit en continu. À cette station, il a été possible de calculer la charge instantanée moyenne de PT de la rivière des Hurons en fonction du débit (Tableau 8). Une augmentation de la charge instantanée moyenne avait été observée entre les années 2009 et 2011. Depuis la mise en place du suivi des rivières, les charges maximales ont été observées en 2011. Elle avait alors été associée aux travaux de l'autoroute 73. Ainsi, la diminution de la charge en MES et en PT de la rivière Noire en 2013 pourrait témoigner de la fin des travaux majeurs sur l'autoroute 73.

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

B	PT moyen (µg/l)	Débit instantané moyen (m^3/s)	Charge instantanée moyenne (µg/s)
2009	21,8	1,80	59 419
2010	29,5	1,66	74 833
2011	17,1	3,98	82 331
2013	15,6	2,28	54 571

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 :*

$$\text{Charge instantanée moyenne} = \frac{1}{n} \times 1,064 \times 1000 \sum_{i=1}^{n} C_i \times Q_i$$

où ***n*** **= nombre d'échantillons**
C **= concentration en PT (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 son bassin de drainage par rapport à celle de la station CEHQ #050916 (située à la station E51).

4.2 Bassin versant du lac Delage

Le Tableau 9 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant du lac Delage (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés.

Tableau 9 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval.

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 la station 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 la station d'épuration, à l'effluent.

La Figure 28 présente la localisation des stations d'échantillonnage et les valeurs moyennes en PT à ces stations.

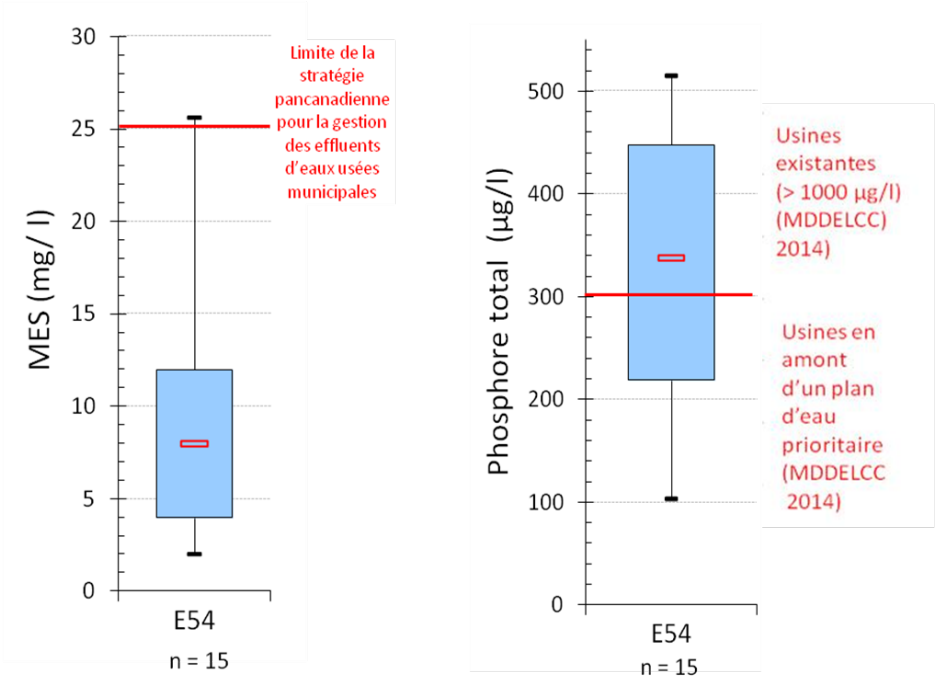


Figure 29 à Figure 31 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils établies par le MDDEFP y sont représentés. Le Tableau 10 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Delage.

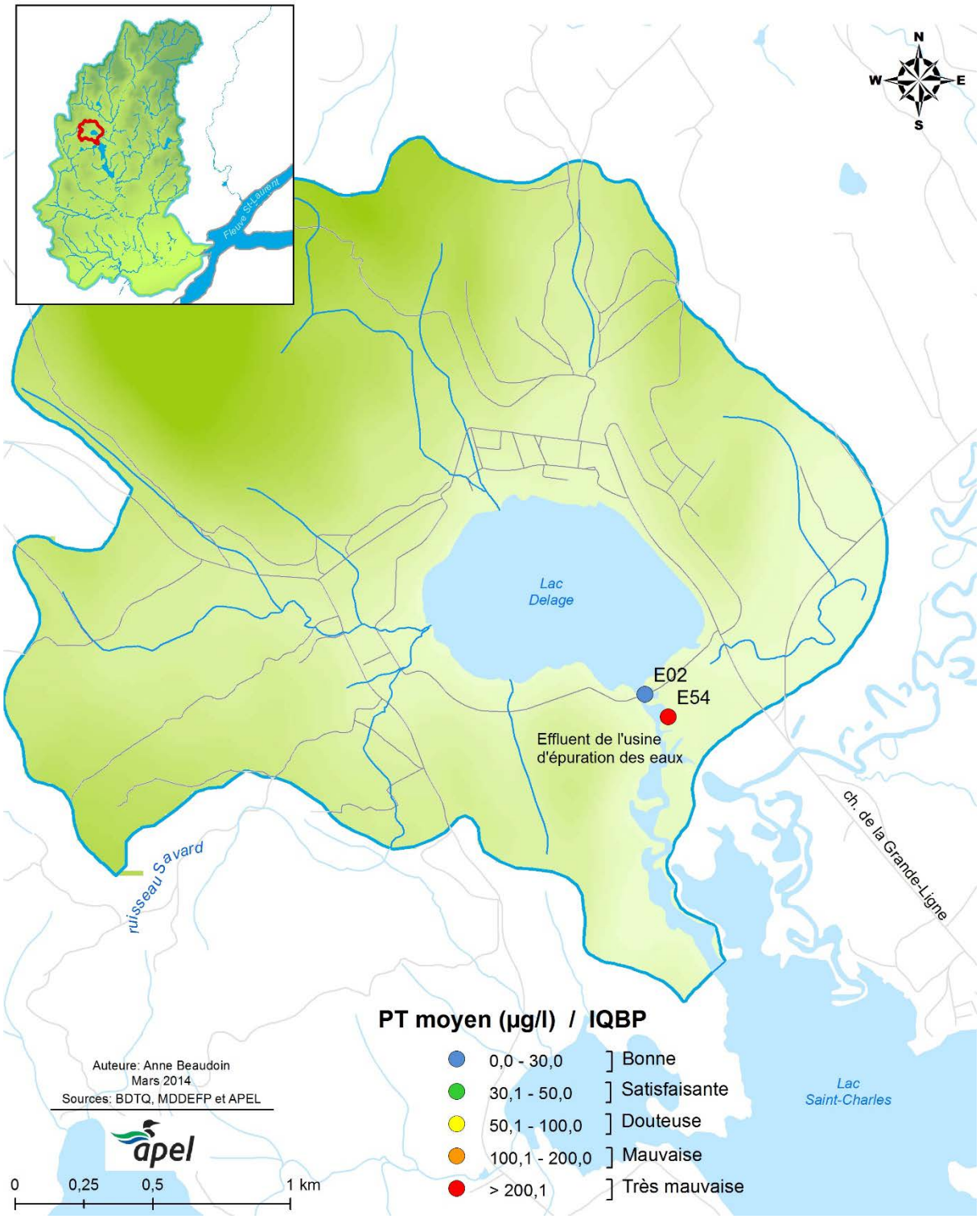


Figure 28 : Représentation des concentrations moyennes en PT mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2013 (E02- décharge du lac Delage; E54 - effluent de l'usine d'épuration des eaux).

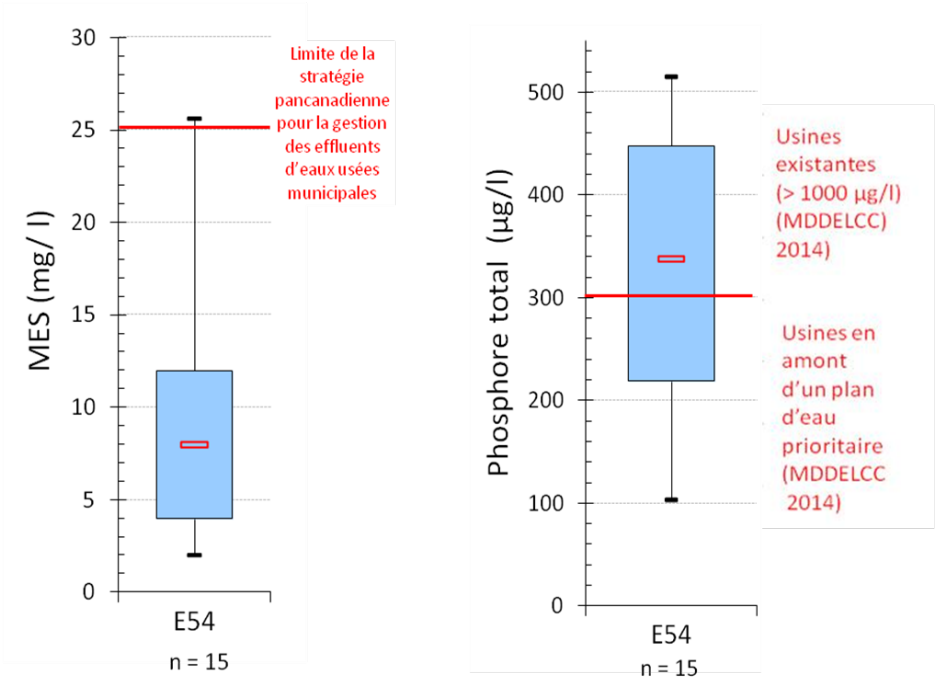


Figure 29 : Concentrations en MES et en PT mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013.

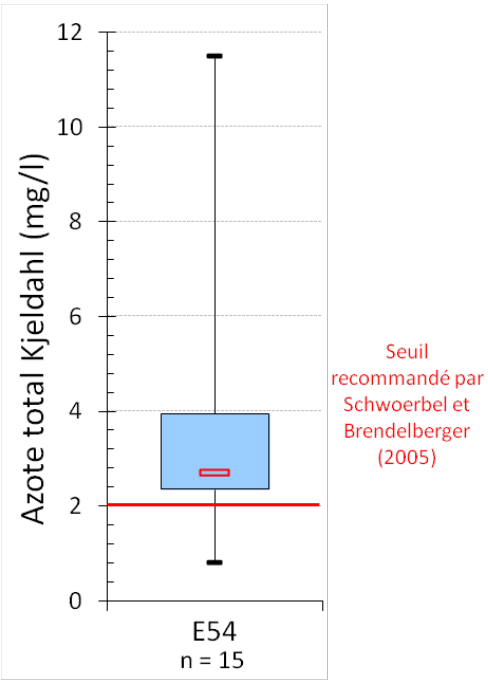


Figure 30 : Concentrations en NTK mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013.

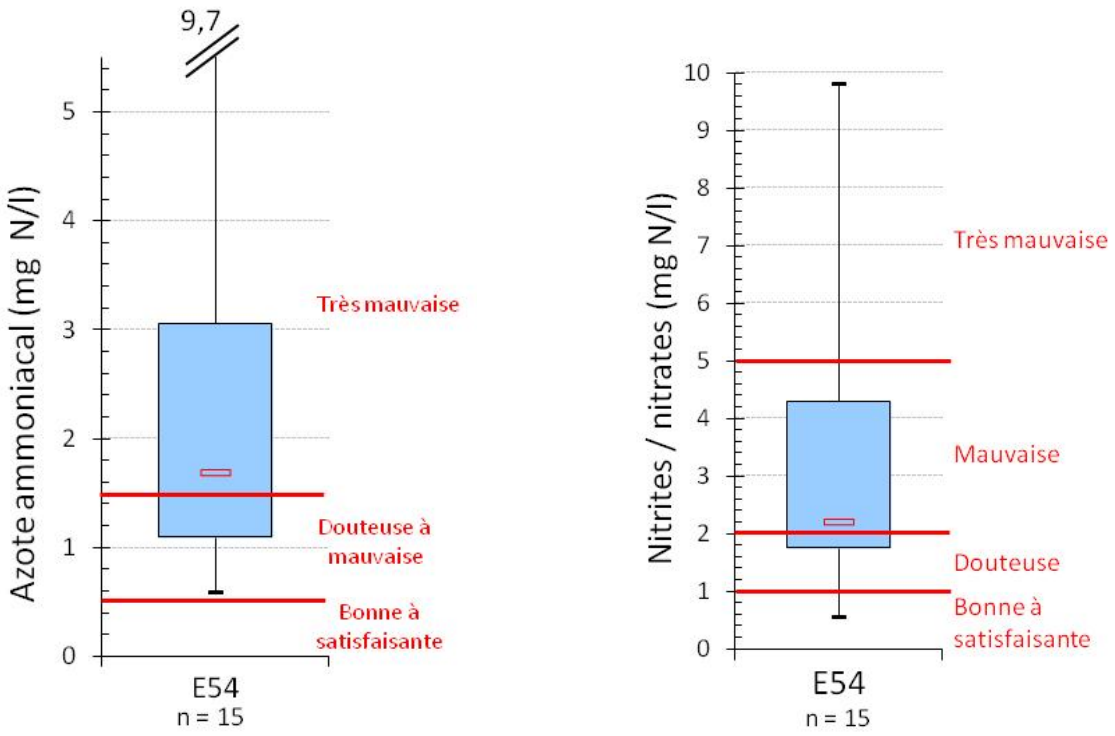


Figure 31 : Concentrations en azote ammoniacal et en nitrites/nitrates mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) en 2013.

Tableau 10 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E02 **Décharge du lac Delage**	Aucun Dépassement; mais : CF (> 200 UFC/100 ml)	n=1/15	3 sept.	Ce jour-là, le débit était inversé, c'est-à-dire que les eaux des Marais du Nord et de la station de Lac-Delage s'écoulaient vers le lac Delage, ce qui explique la concentration en CF (340 UFC/100 ml) dépassant le seuil permis pour la baignade.	Qualité de l'eau généralement « bonne » quand l'eau du lac Delage s'écoulait vers le lac Saint-Charles. En 2013, le niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles a causé un débit inversé à au moins une journée, soit le 3 septembre. Lorsque le débit est inversé, le lac Delage subit l'influence des rejets de la station de traitement des eaux usées.
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 = 10/15	SAUF : 3 sept. 18 sept. 7 octobre 22 octobre 7 novembre	**PT** : La moyenne de PT en 2013 était plus élevée qu'en 2011, mais plus basse qu'en 2012 (respectivement 326,73 µg/l, 276,76 µg/l et 479 µg/l). Les valeurs élevées en 2012 ont été enregistrées avant et pendant des travaux d'entretien (APEL, 2013). **CF** : Le dépassement en mai est lié à un temps sec tandis que celui de septembre est associé à un temps de pluie. **MES** : Le dépassement du 8 mai	Bien que la station de traitement des eaux usées respecte les normes du MDDEP de 2011 en tout temps et dépasse seulement une fois les nouvelles normes sur les MES, les quantités de phosphore et de composés azotés dépassent les quantités de rejets recommandées en amont d'un lac considéré prioritaire. De plus, lorsque le niveau d'eau du lac Saint-Charles et des Marais du Nord est élevé, les
	PT (> 1000 µg/l; usines existantes)*	n = 0/15			
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	28 mai 2 sept. (1000 UFC/100 ml)		

	MES (> 25 mg/l)*	n = 1/15	8 mai	est lié à un temps sec. La concentration dépasse de très peu la norme, avec une valeur de 25,6 mg/l. Une vague de chaleur hâtive, du 28 avril au 9 mai, peut avoir accéléré la fonte des neiges, augmentant l'apport en MES dans le cours d'eau. **NTK** : La moyenne était plus basse en 2013 qu'en 2012 et en 2011 (respectivement 3,65 mg/l, 5,05 mg/l et 5,16 mg/l).	rejets de la station se dirigent vers le lac Delage (3 septembre 2013).
	NTK (> 2–4 mg / l N **)	n = 13/15	SAUF : 7 octobre 22 octobre		

***Note :** Les seuils pour le phosphore sont tirés du site Internet du MDDEP (2011) et du MDDELCC (2014). 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). Ces normes ont également été retenues au niveau provincial (Québec 2014).

****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.

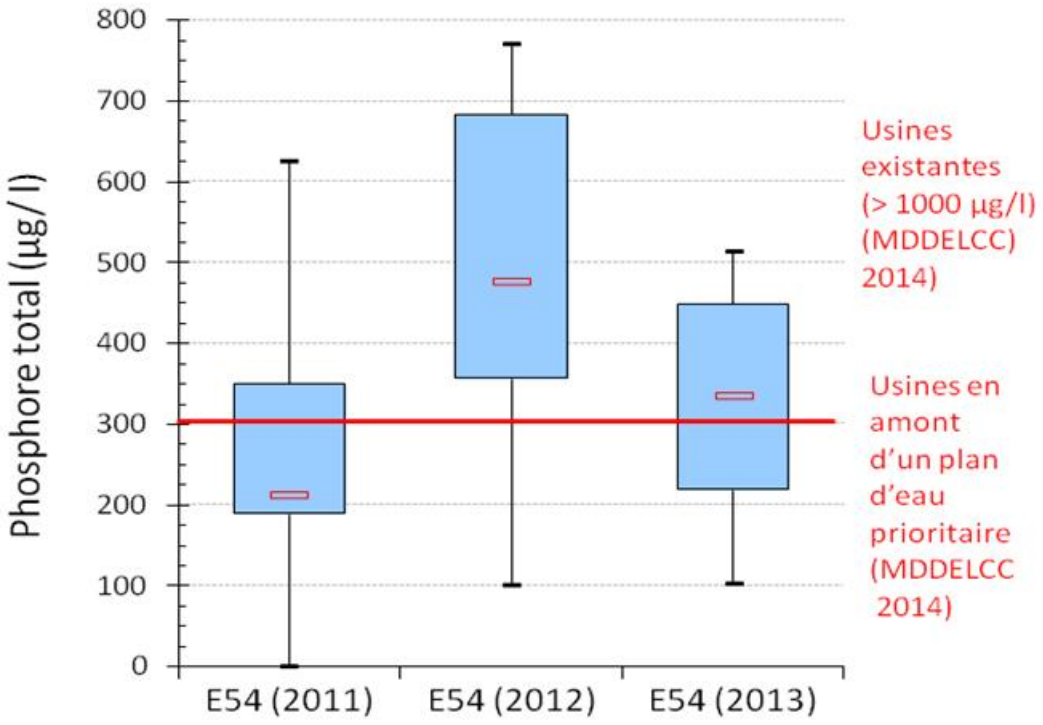


Figure 32 : Comparaison des concentrations en PT mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013).

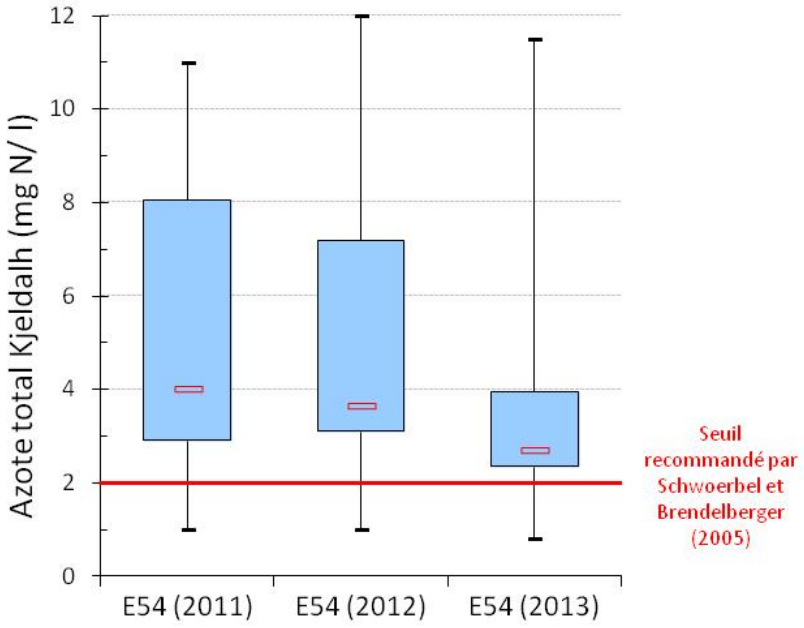


Figure 33 : Comparaison des concentrations en NTK mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013).

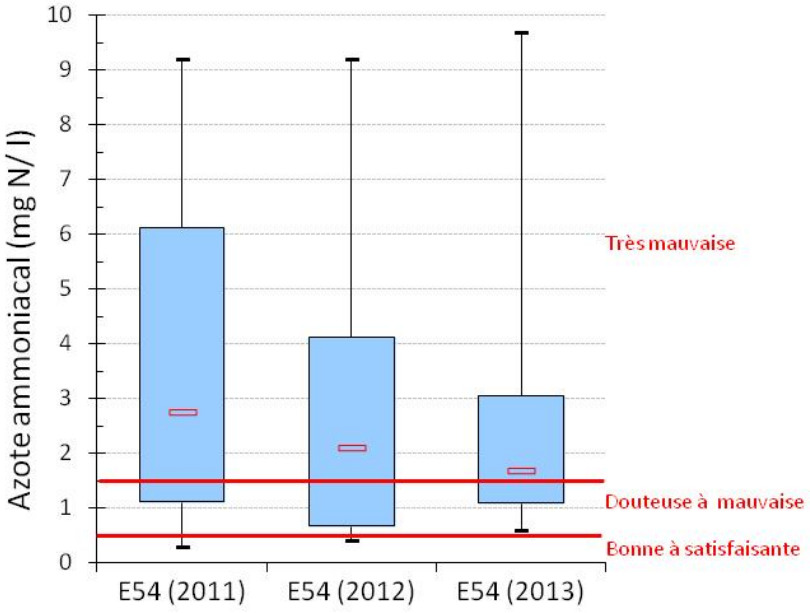


Figure 34 : Comparaison des concentrations en azote ammoniacal mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013).

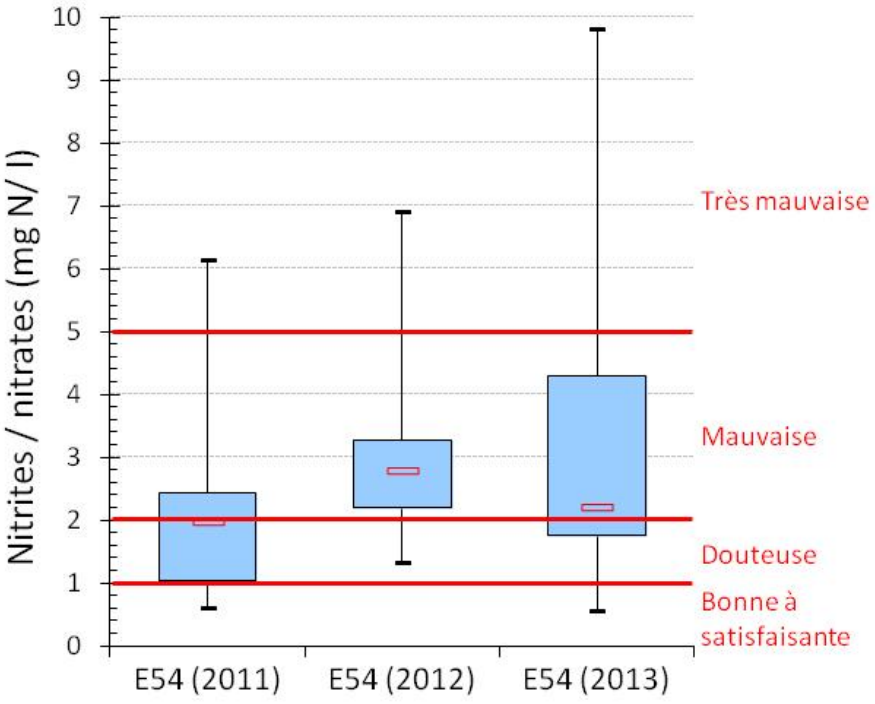


Figure 35 : Comparaison des concentrations en nitrites/nitrates mesurées à l'effluent de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage (E54) (2011–2013).

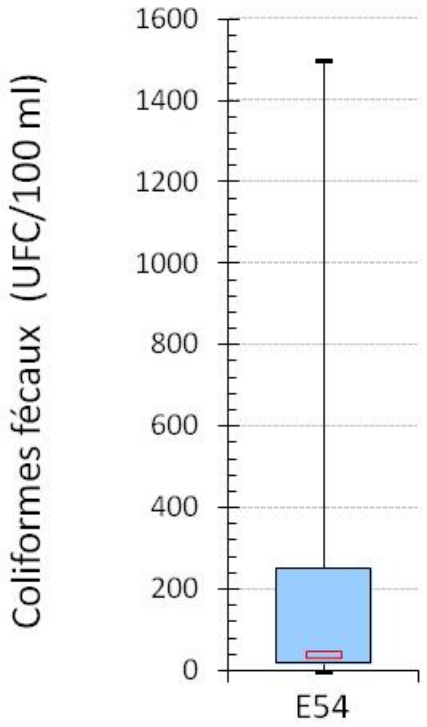


Figure 36: Concentrations des CF à la station E54 en 2013.

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- La qualité de l'eau en provenance du lac Delage est de très bonne qualité.
- Le lac Delage (E02) a reçu, en 2013, au moins une fois (n = 1 / 16 visites) les rejets de la station de traitement des eaux usées située à son exutoire (écoulement inversé détecté le 3 septembre 2013) avec un effet sur les CF, les MES, le PT et la conductivité.
- La qualité bactériologique de la décharge du lac Delage était très bonne, avec une valeur maximale en CF de 340 UFC/100 ml mesurée lors de l'inversion de l'écoulement du 3 septembre.
- Aucune augmentation significative des MES n'a été observée, sauf lors de la journée d'écoulement inversé (4 mg/l). Autrement, la valeur n'atteint généralement pas la limite de détection.
- La moyenne de PT était de 8,78 µg/l. La valeur la plus élevée (18 µg/l) a été observée lors de la journée d'écoulement inversé.
- Les concentrations en nitrites/nitrates étaient très faibles (> 0,27 mg/l N) en tout temps.
- Les valeurs d'azote ammoniacal n'ont pas dépassé la limite pour une qualité de l'eau « satisfaisante » (> 0,5 mg/l).

- La médiane de NTK est de 0, 4 mg/l N, ce qui est moins élevée que les concentrations observées au lac Saint-Charles. Le lac Delage ne semble donc pas contribuer à l'enrichissement en azote du lac Saint-Charles. Or, c'est une hypothèse qui doit être vérifiée.
- La conductivité est relativement faible (37 à 83 µS/cm). La valeur la plus élevée (83 µS/cm) a été enregistrée lors de la journée d'écoulement inversé.
- La station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) se compose d'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. En 2011, 99 % des échantillons étaient en deçà de 45 UFC/100 ml, avec un maximum à 110 UFC/100 ml. En 2012, des concentrations dépassant le seuil pour la baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurées à quatre reprises pendant la période d'observation. Parmi ces dépassements, deux étaient supérieurs à la norme pour les activités de contact secondaire (1000 UFC/100 ml). Le même nombre de dépassements a été observé en 2013 (Figure 36). Lorsque les concentrations sont élevées lors de journées d'écoulement inverse, cela se répercute sur le lac Delage (E02).

  En 2011, cette installation respectait les normes en vigueur à l'époque concernant les rejets de PT : les concentrations sont restées inférieures à 626 µg/l, alors que la norme était de 1000 µg/l. De plus, 63 % des résultats respectent la recommandation du MDDEP (2011) de limiter les rejets de PT à 300 µg/l. En 2012, 86 % des valeurs ne respectaient pas la limitation des rejets de PT, entre autres à cause de travaux effectués durant l'été. En 2013, une baisse de rejets par rapport à 2012 a été constatée, même si 67 % des résultats dépassent encore la limite de 300 µg/l (Figure 32).
- En 2011, aucun dépassement en MES, selon la norme de la Stratégie (MDDEFP, 2014), n'a été observé à la station d'épuration des eaux usées. Par contre, deux dépassements ont été observés en 2012, dont l'un a atteint 25 mg/l. En 2013, un seul dépassement a été observé.
- En ce qui concerne les composés azotés, une baisse est observée depuis 2011 pour le NTK et l'azote ammoniacal. De fait, en 2013, un seul dépassement de la limite de 4 mg/l N a été enregistré au printemps, comparativement à 2011 et 2012, où respectivement 43 % et 50 % des valeurs étaient supérieures à 4 mg/l N. Néanmoins, une augmentation globale des nitrites/nitrates est constatée depuis 2011 (Figure 26).

4.3 Bassin versant de la rivière Nelson

Le Tableau 11 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière Nelson (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau, 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 de l'amont vers l'aval.

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.	Boulevard 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, sur une section de la rivière Nelson qui traverse un quartier résidentiel 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 confluence du ruisseau Savard et de la rivière Nelson (analyse du triangle), sur une 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'avenue 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.

La carte de la Figure 37 représente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson et la moyenne des résultats de conductivité selon les classes proposées par Pott & Rémy (2000). Les Figure 38 et

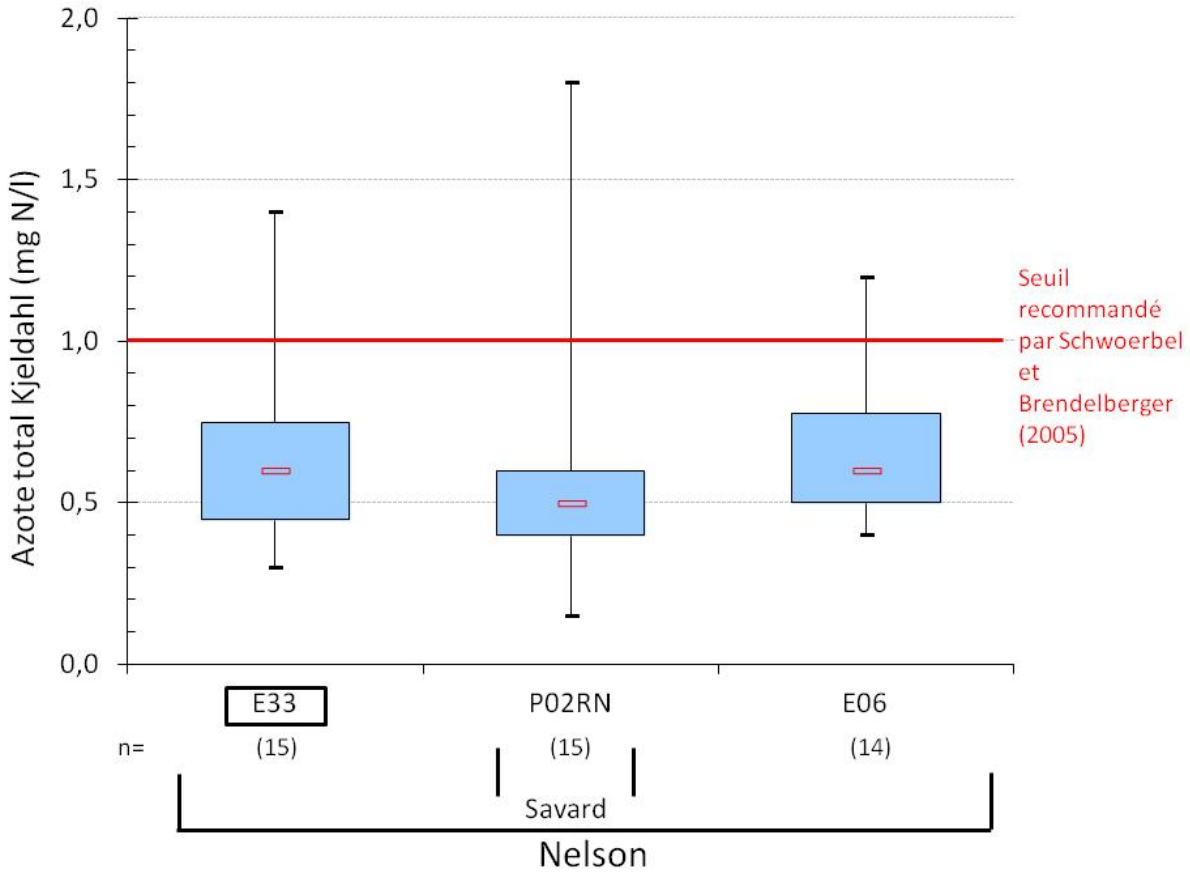


Figure 40 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés. Les résultats dépassant des seuils de qualité de l'eau sont listés, par paramètre, dans le Tableau 12 pour chaque station d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson, d'amont en aval.

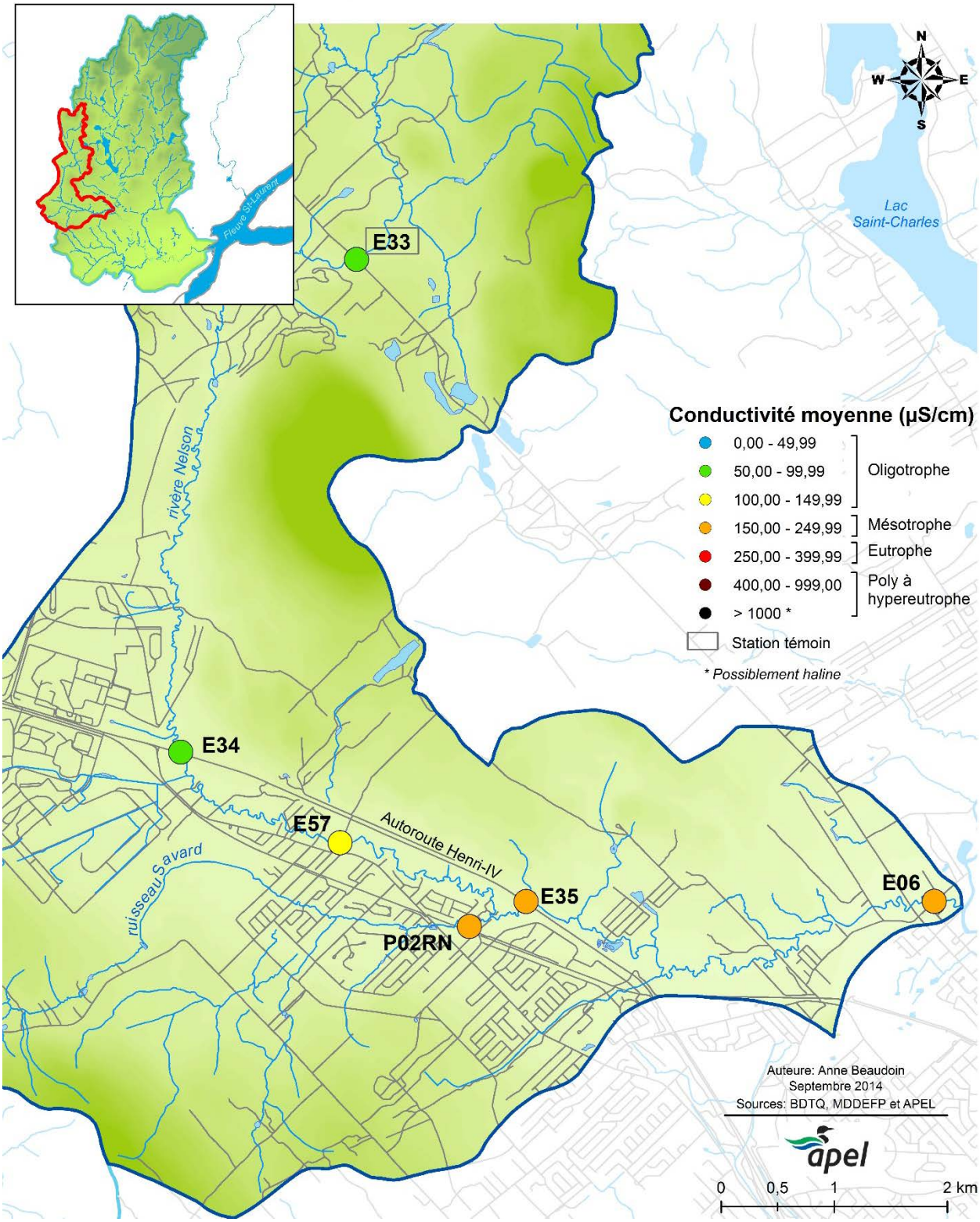


Figure 37 : Valeurs moyennes de conductivité mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2013.

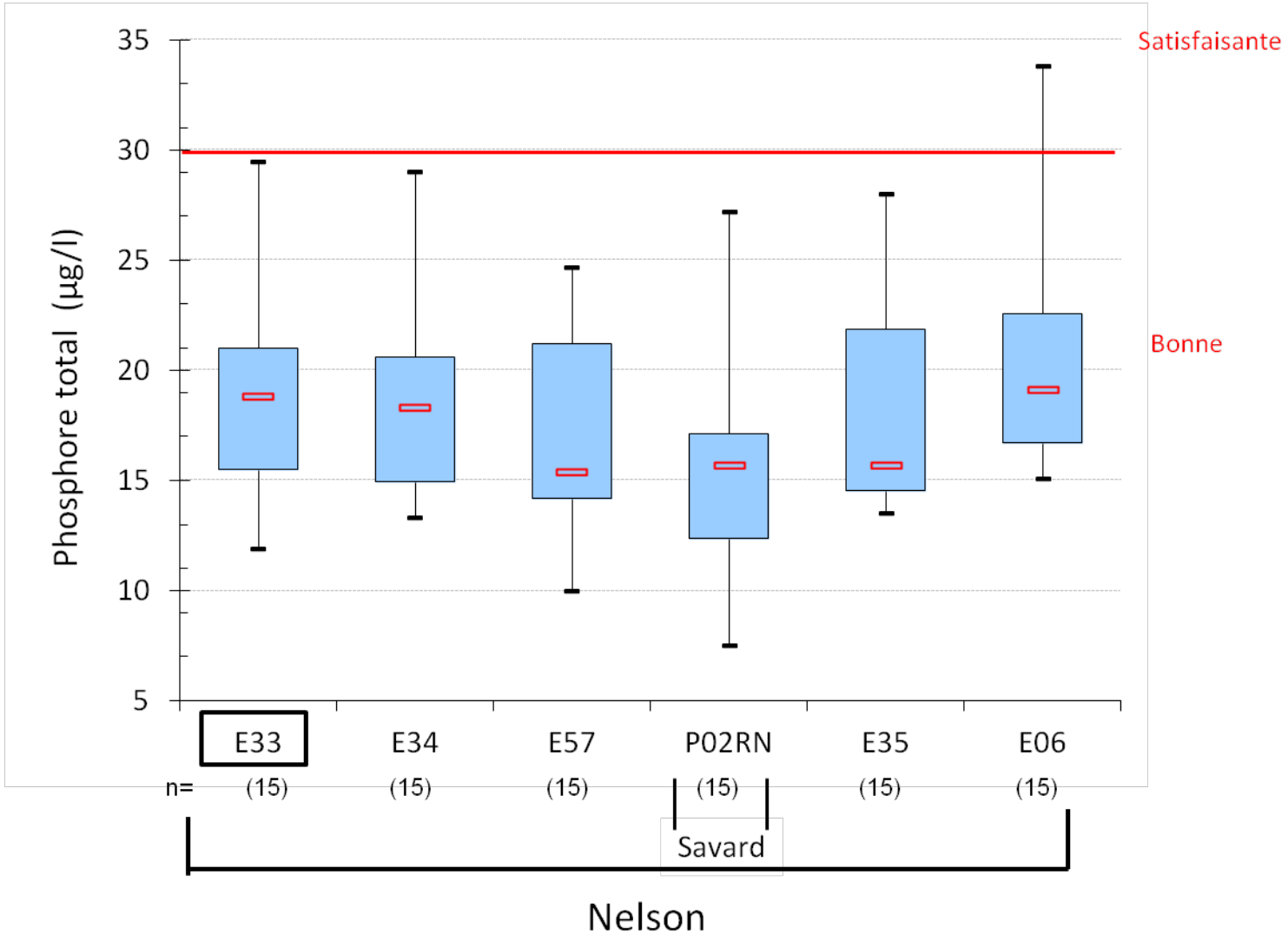


Figure 38 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013.

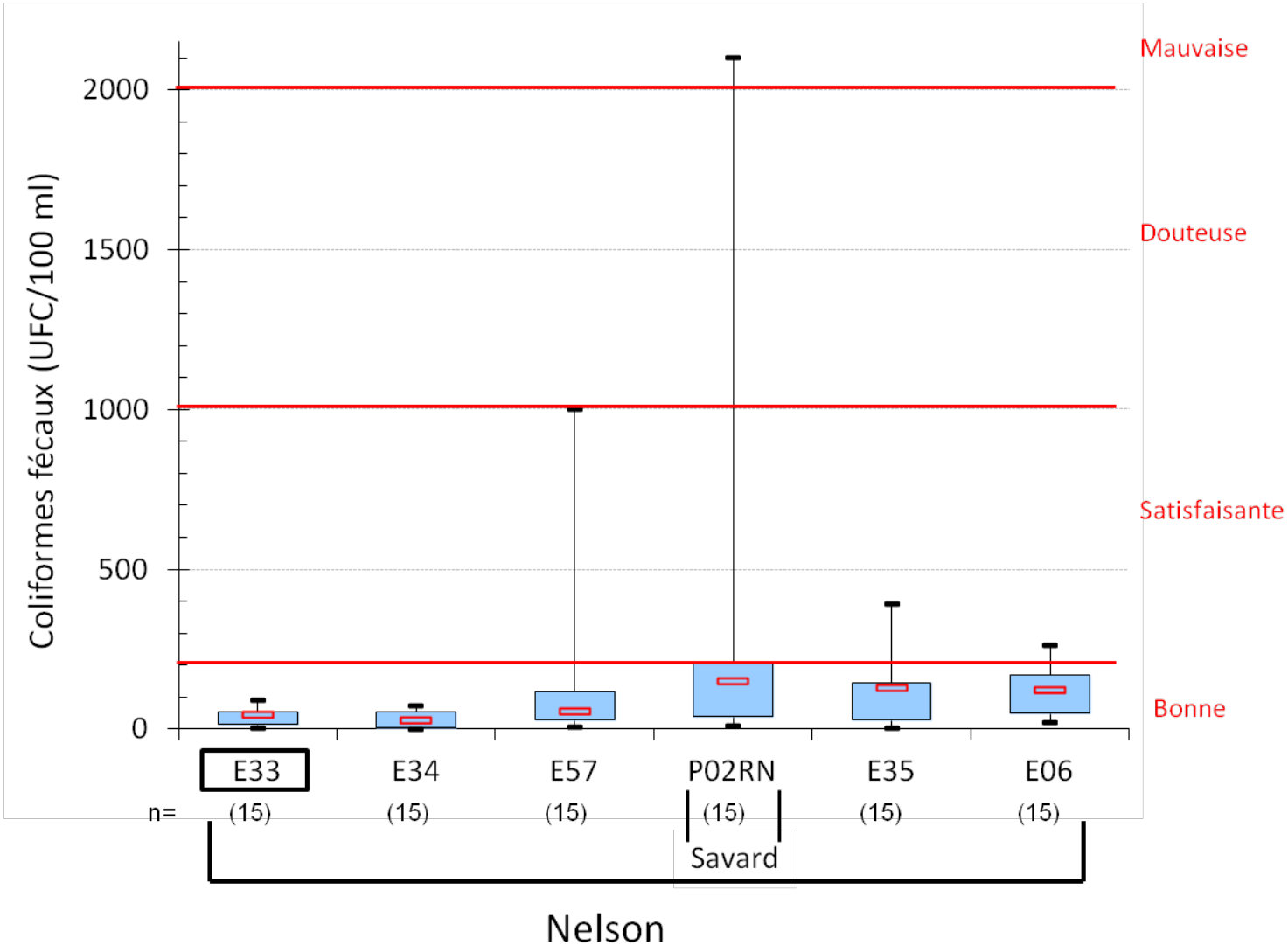


Figure 39 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013.

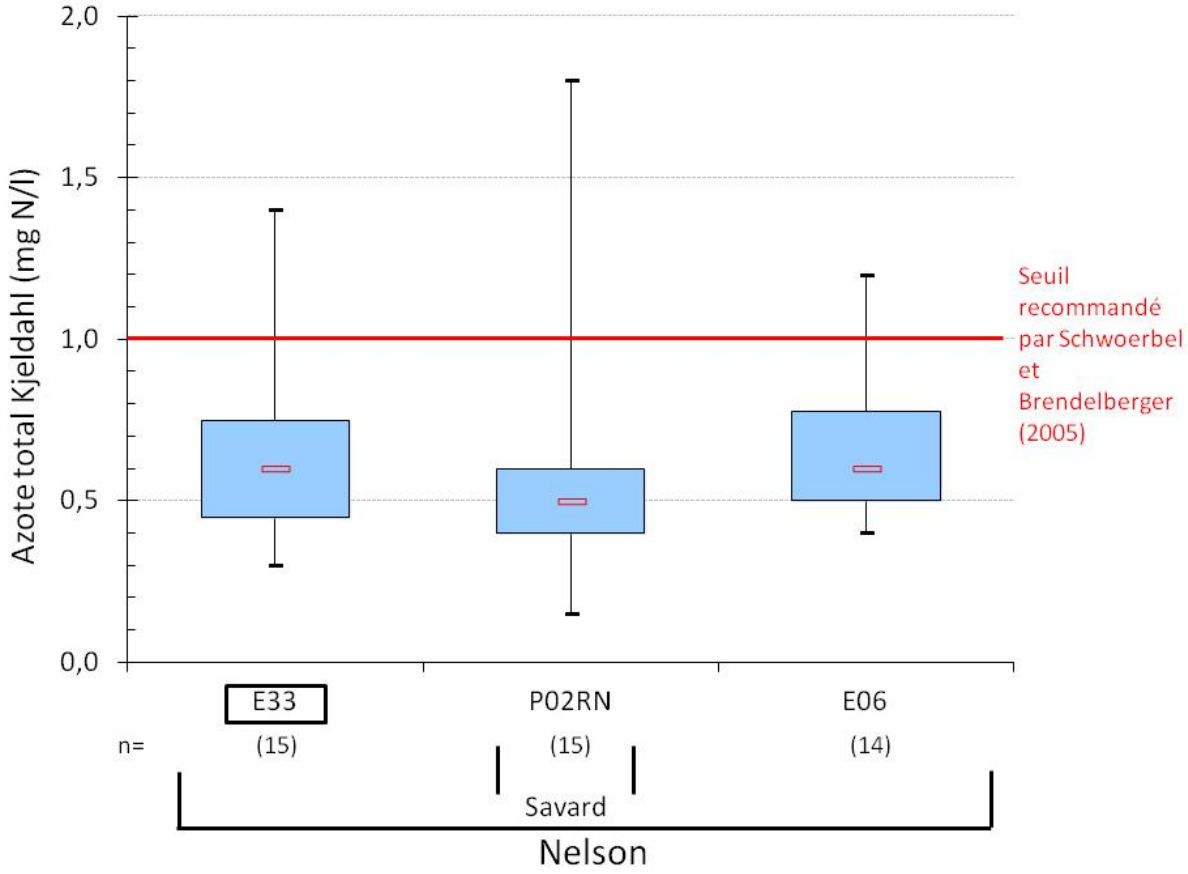


Figure 40 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013.

Tableau 12 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[5]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E33 **Nelson**	NTK (> 1 mg/l)	n = 1/15	12 juin	**NTK** : Dépassement du 12 juin attribuable à un épisode de pluie la veille (environ 11 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage). Ce dépassement peut être associé aux activités agricoles et à l'élevage de chiens en amont. Ce dépassement (en temps de pluie) n'est cependant corrélé avec aucun autre paramètre. Le dépassement concorde avec ceux observés en aval (stations P02RN et E06) pour le même paramètre.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Le dépassement de la majorité des paramètres est attribuable à un lessivage en temps de pluie. Cependant, les concentrations généralement élevées des composés azotés et du PT pourraient être attribuables aux activités agricoles dans ce secteur.
	Chlorophylle *a* (> 8,6 µg/l)	n = 1/15	7 août		
E34 **Nelson**	Aucun dépassement	n = 0/15			
E57 **Nelson**	Aucun dépassement	n = 0/15			
P02RN **Savard**	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	5 sept.	**CF** : Comme le dépassement du 5 septembre est observé par temps sec, il est possiblement attribuable à un branchement inversé ou à la présence d'une grande quantité de canards en amont du ruisseau Savard. On observe également, lors de cette même date, une augmentation de la concentration en CF pour la station en aval (E35) (140 UFC/100 ml le 13 août, puis 390 UFC/100 ml le 5 septembre). **NTK** : Dépassement du 12 juin attribuable à un	La qualité de l'eau du ruisseau Savard continue de s'améliorer depuis quelques années, surtout en ce qui a trait aux CF. Cependant, une nette augmentation de la conductivité a été observée par rapport à 2011 (Figure 42).
	NTK (> 1 mg/l)	n = 1/15	12 juin		

[5] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus. La relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la Figure 83 en annexe.

				épisode de pluie la veille (environ 11 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage). Ce dépassement (1,8 mg/l) pourrait être associé aux étangs avec présence de canards en amont ou à l'application d'engrais sur les pelouses.	
E35 **Nelson**	Aucun dépassement	n = 0/15			
E06 **Nelson**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/15	27 mai	**PT** et **turbidité** : Les dépassements du 27 mai seraient attribuables à un épisode de forte pluie la veille de l'échantillonnage (36 mm de pluie pendant les 48 h précédant l'échantillonnage). Tous les paramètres pour la plupart des stations en amont ont été affectés par cet événement (sans toutefois dépasser les seuils). **NTK** : Dépassement du 12 juin attribuable à un épisode de pluie la veille (environ 11 mm de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage). Ce dépassement (en temps de pluie) n'est corrélé avec aucun autre paramètre. Le dépassement concorde avec ceux observés en amont (stations E33 et P02RN) pour le même paramètre. Le dépassement du 8 juillet est quant à lui attribuable à un épisode de pluie dans les 24 à 48 heures précédant l'échantillonnage.	Qualité de l'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 42). Néanmoins, une nette augmentation de la conductivité entre les stations E35 et E06 peut être observée. Il y a également une augmentation de la conductivité depuis 2011 (Figure 42).
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/14	12 juin 8 juillet		
	Turbidité (> 5,2 NTU)	n = 1/15	27 mai		

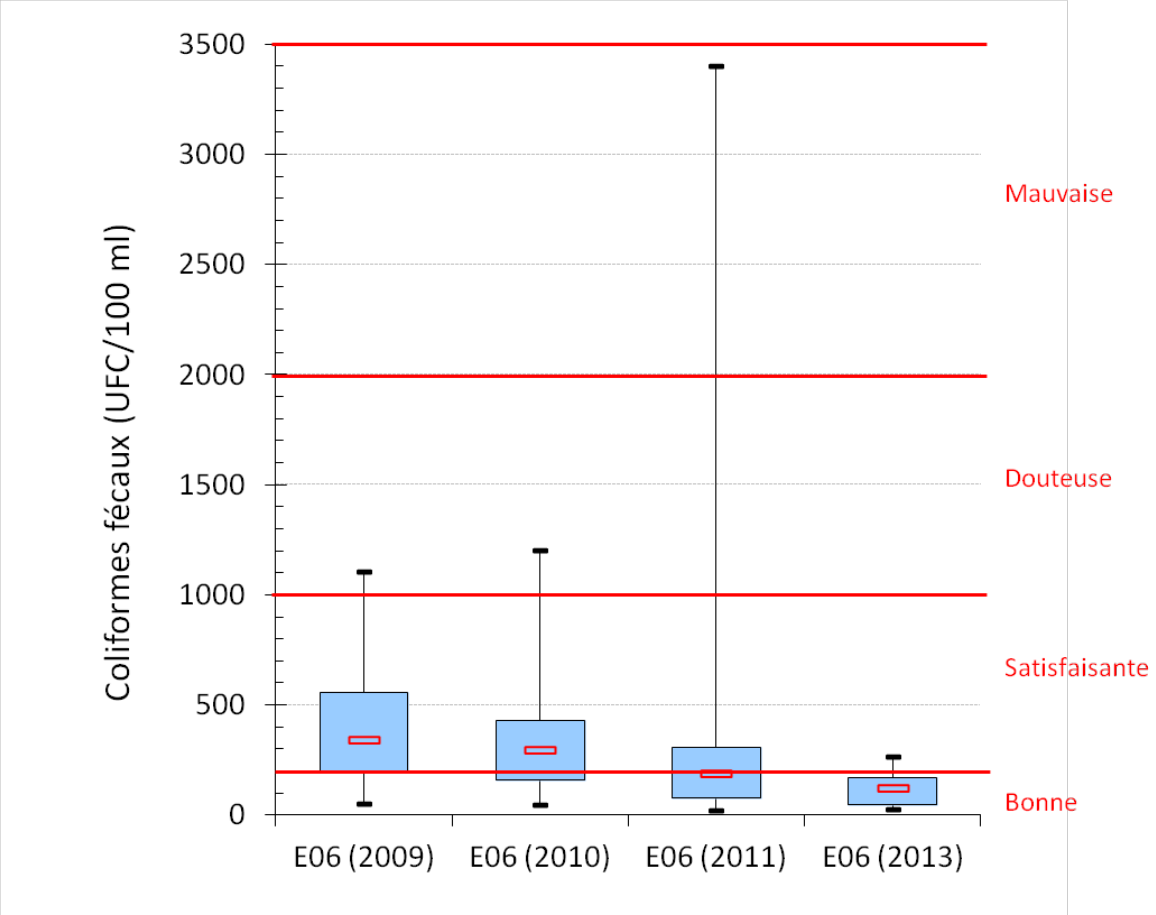


Figure 41 : Baisse des concentrations en CF observée à la station E06 (2009–2013).

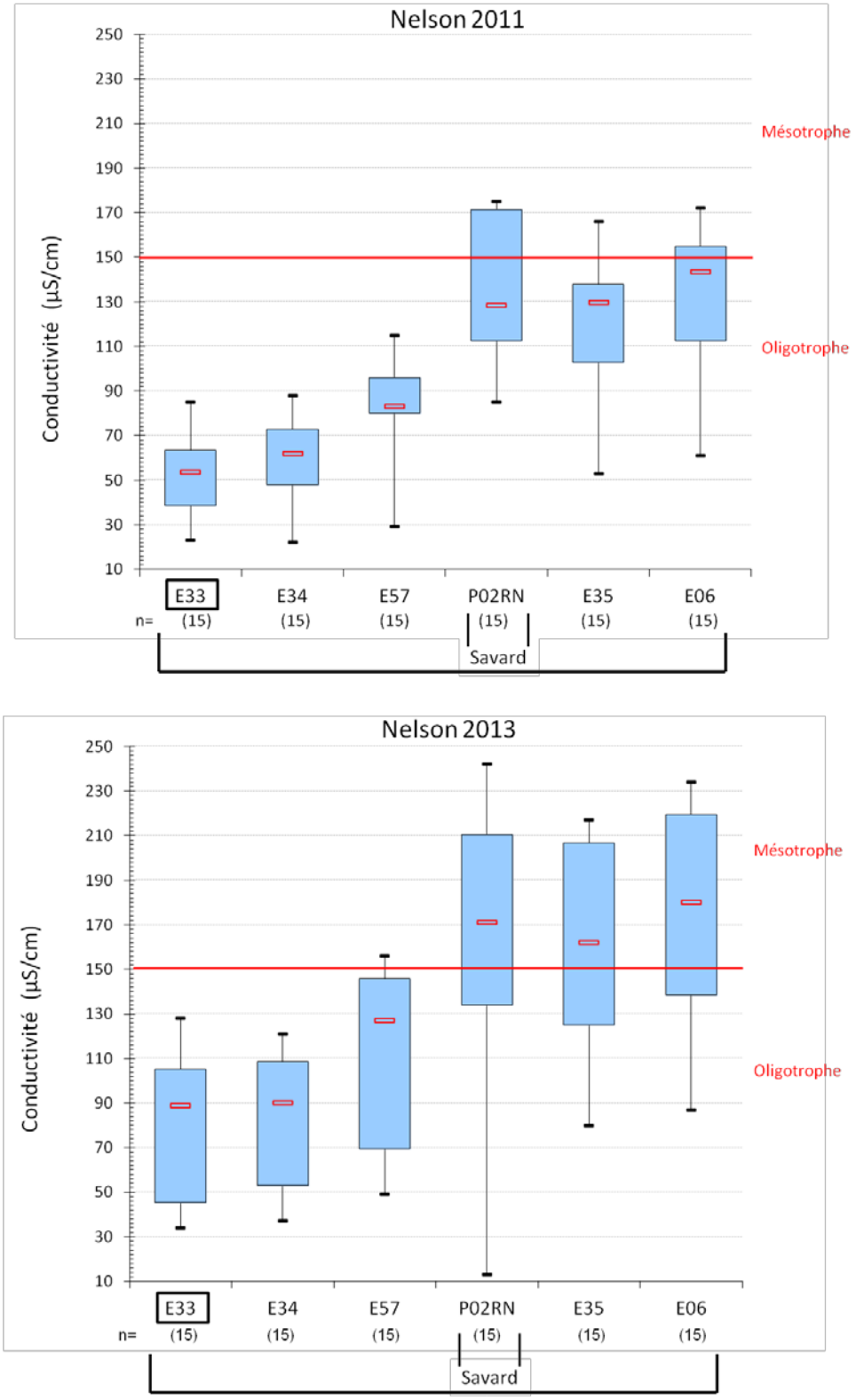


Figure 42 : Hausse des valeurs de conductivité observée aux stations de la rivière Nelson (2011–2013).

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- En 2013, la qualité de l'eau de la rivière Nelson et du ruisseau Savard s'est améliorée depuis 2011, notamment en ce qui a trait au PT et aux MES. Cette amélioration est possiblement attribuable à une pluviométrie moins importante en 2013 et à l'achèvement de plusieurs travaux de développement résidentiel à proximité de la rivière Nelson.
- Il y a également une amélioration de la qualité bactériologique, tendance observée depuis quelques années. Cette amélioration est en partie attribuable à la réparation de branchements croisés dans le secteur en amont de la station P02RN (le seul dépassement est possiblement attribuable à un branchement croisé).
- Les concentrations des composés azotés demeurent semblables à celles observées en 2011, c'est-à-dire qu'elles dépassent rarement les seuils établis. Cependant, on continue à observer, en amont de la rivière (E33), des concentrations qui pourraient refléter l'impact des activités agricoles et d'élevage dans le secteur.
- Comme en 2011, la conductivité augmente de l'amont vers l'aval dans le bassin versant de la rivière Nelson. De plus, une nette augmentation de la conductivité a pu être observée en 2013, notamment aux stations se situant dans le secteur habité à partir des stations P02RN (ruisseau Savard) et E57, E35 et E06 (rivière Nelson). Ceci est, entre autres, attribuable à une densification du secteur, notamment le long de la rivière Nelson, et à l'envoi de neige souillée (abrasifs et sels de voirie) à plusieurs endroits de Val-Bélair (Photos 2 et Figure 42).

Photos 2: Exemple d'un remblai de neige contenant des abrasifs et des sels de voirie en aval de la station E57 (rivière Nelson) au printemps 2013.

4.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Le Tableau 13 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière Jaune (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, 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 de l'amont vers l'aval.

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. Station témoin en aval du lac Beauport.	Sur le pont du chemin du Brûlé à Lac-Beauport.
E03	Jaune	Section de la rivière en aval d'une zone densément habitée de Lac-Beauport (secteur du mont Cervin).	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.

La carte de la Figure 43 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Jaune et la moyenne des résultats de l'analyse des CF selon les classes proposées par l'IQBP. Les Figure 44 à Figure 48 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés.

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.

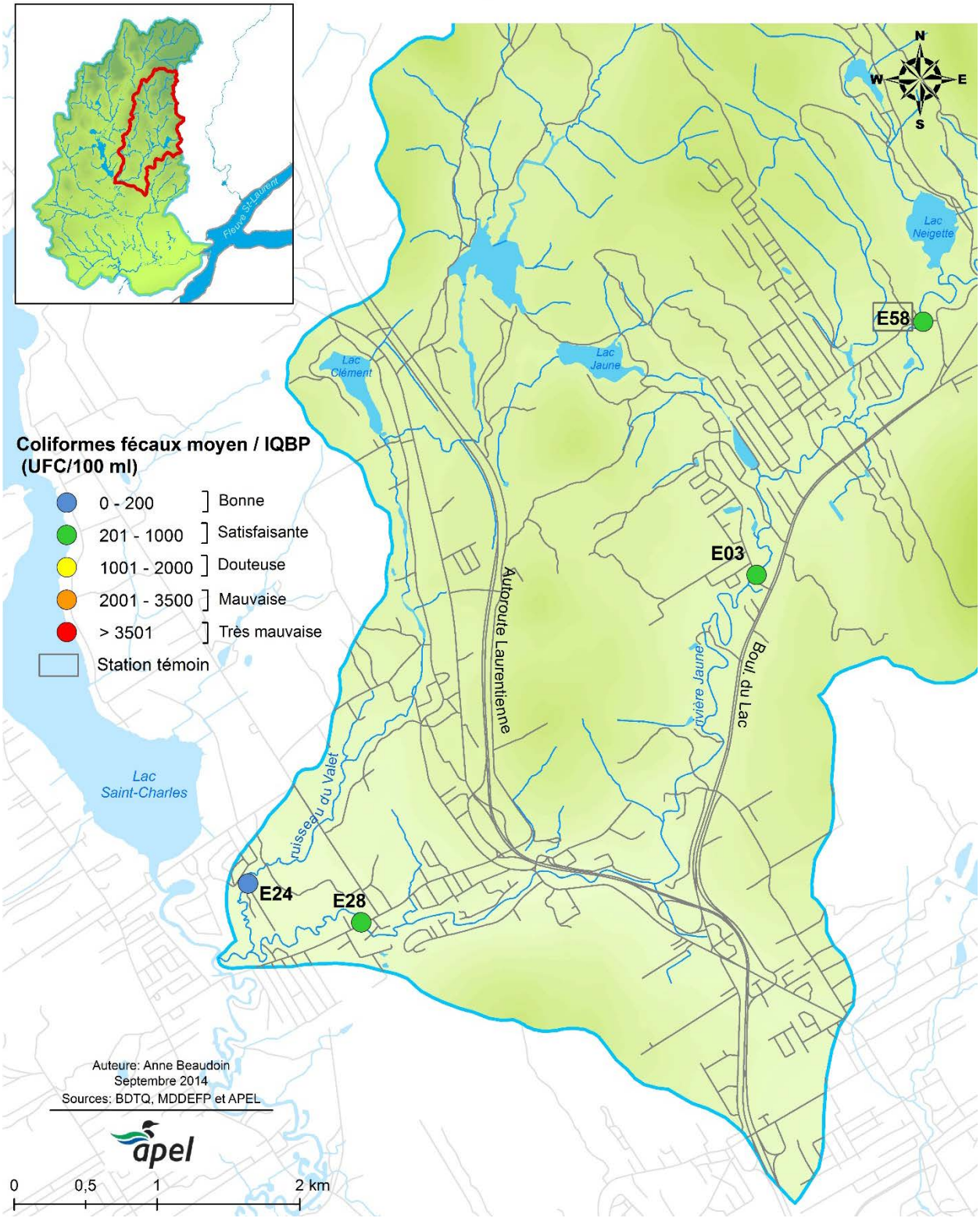


Figure 43 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2013.

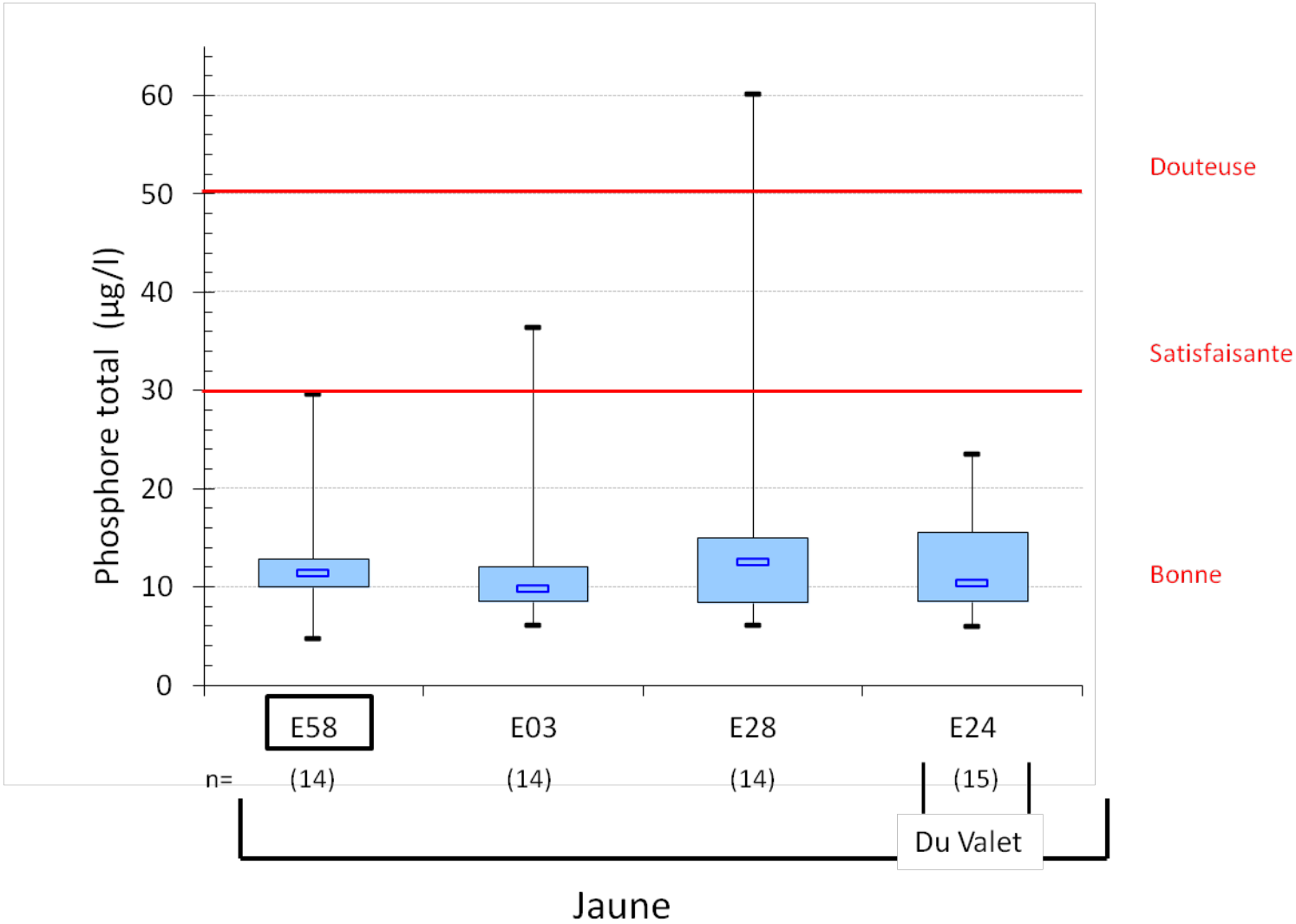


Figure 44 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

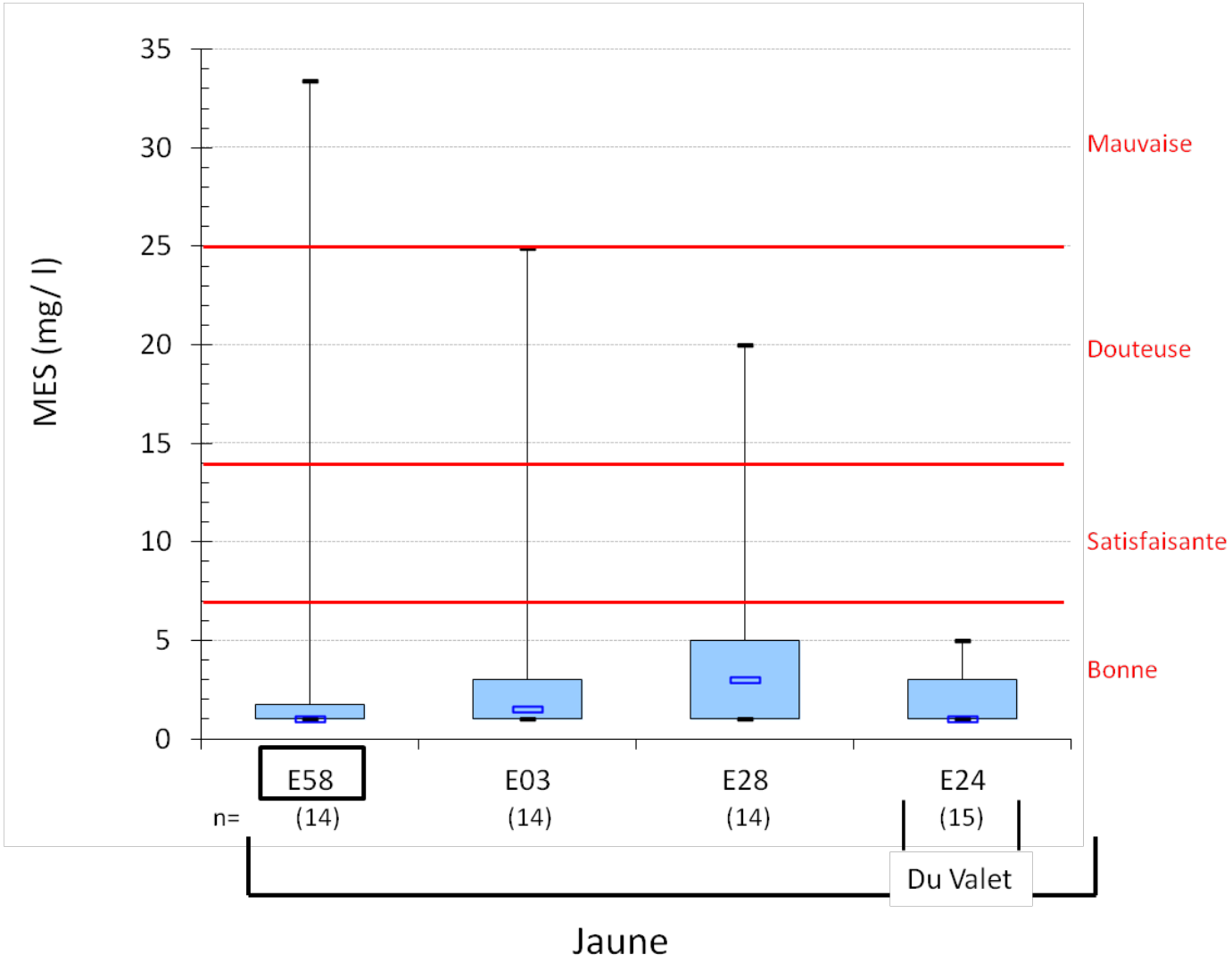


Figure 45 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

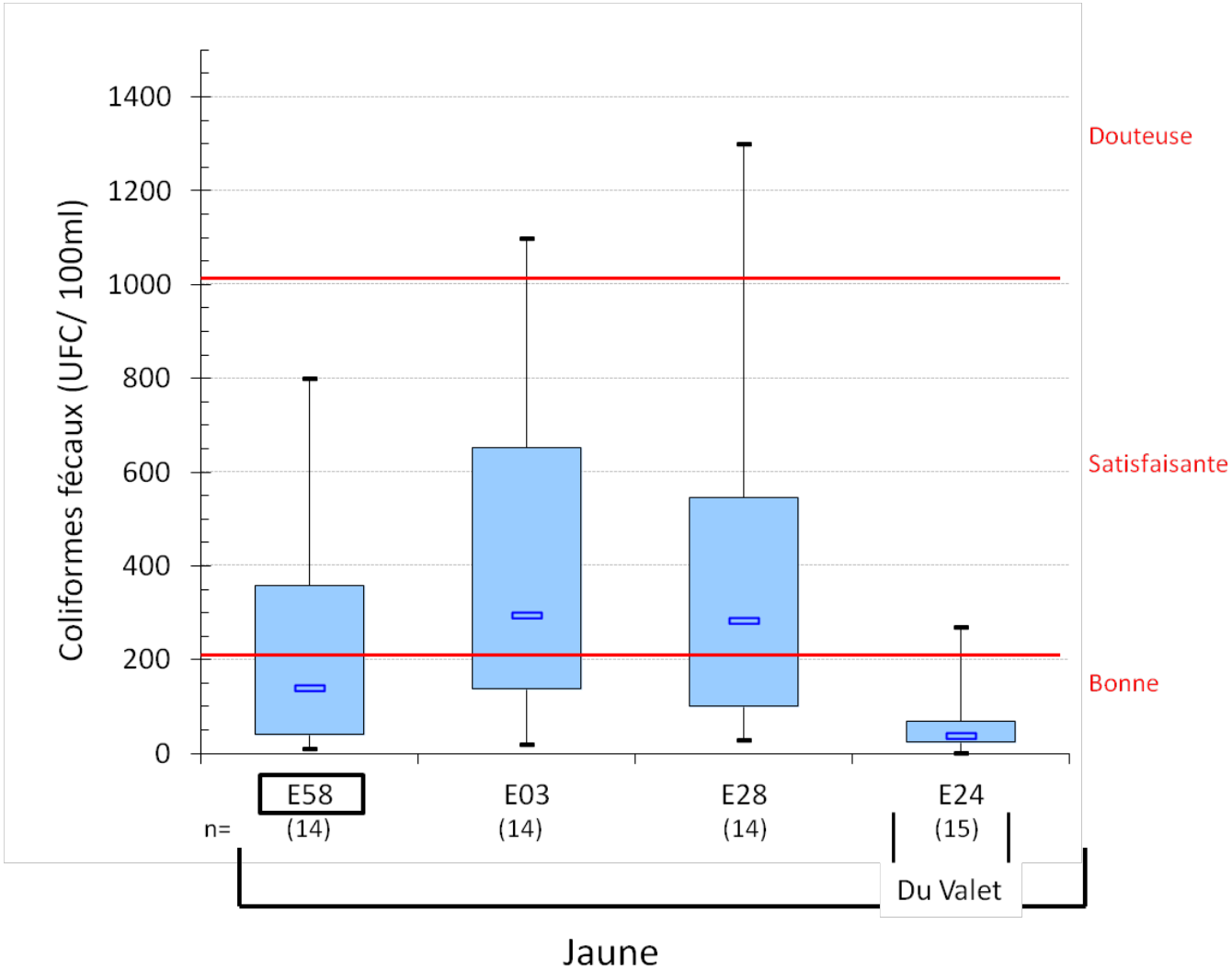


Figure 46 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

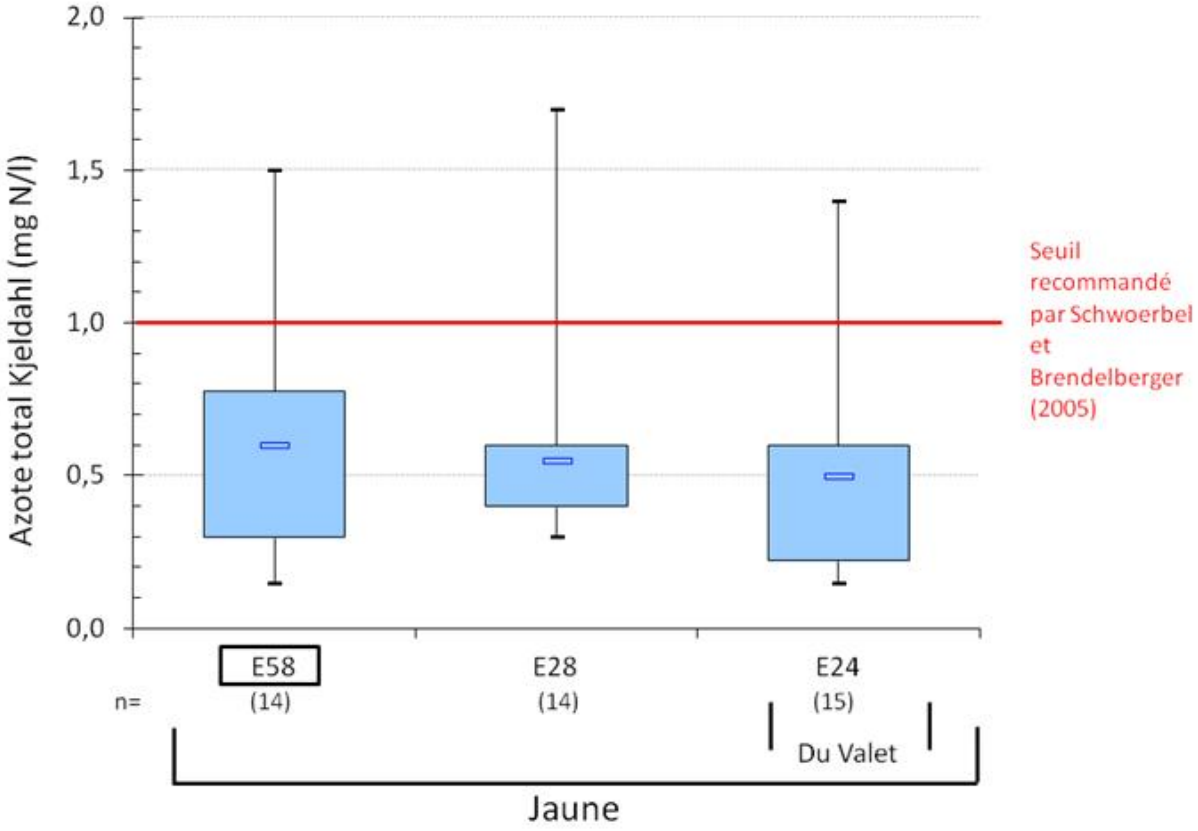


Figure 47 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

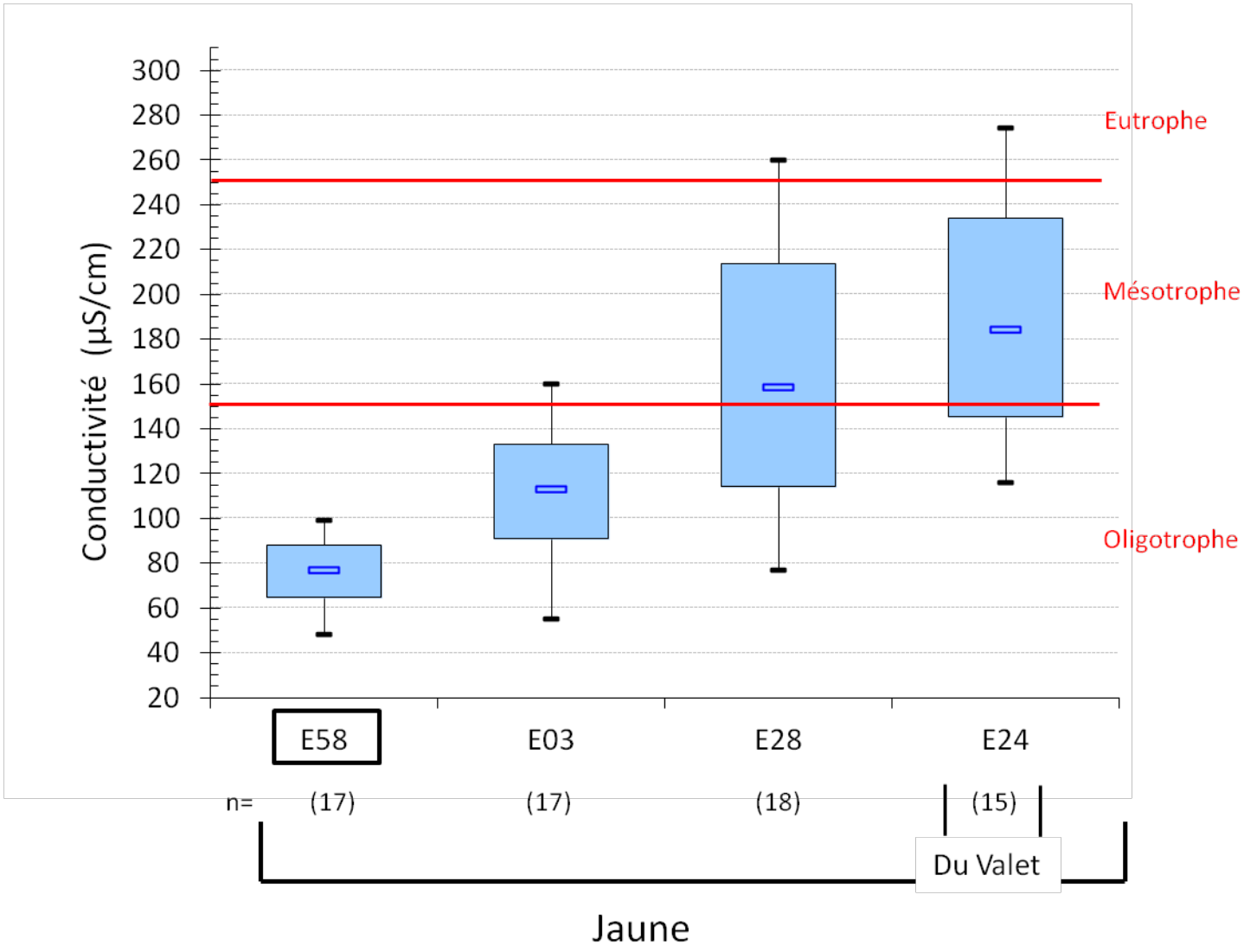


Figure 48 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

Tableau 14 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[6]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E58 **Jaune**	MES (> 13 mg/l)	n = 1/14	17 avril	**MES** et **NTK** : Dépassements du 17 avril attribuables à une forte pluie observée la veille de l'échantillonnage et à la période de fonte printanière. La valeur en PT pour cette même date est également élevée (29,6 µg/l). **NTK** : Dépassement du 21 août par temps sec (4 jours sans pluie). **CF** : Bien que les concentrations des CF ne dépassent pas le seuil de 1000 UFC/100 ml, les valeurs se situent au-dessus du seuil pour la baignade (200 UFC/100 ml) dans 40 % des cas. Ces valeurs ont été observées en temps de pluie et en temps sec.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Néanmoins, les dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml ont eu lieu à plusieurs reprises entre le 26 juin et le 4 septembre. Étant donné que ces dépassements ont été observés en temps sec et en temps de pluie, il est possible qu'ils soient liés à des installations septiques situées en amont du point d'échantillonnage.
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/14	17 avril 21 août		
E03 **Jaune**	MES (> 13 mg/l)	n = 1/14	17 avril	**MES** et **PT** : Dépassements du 17 avril attribuables à un épisode de pluie la veille de l'échantillonnage et à la fonte printanière. **PT** : Le dépassement du 11 juillet fait suite à un épisode de pluie la veille. À noter que la station E28 (en aval) présente des dépassements pour plusieurs paramètres à cette même date. **CF** : Dépassement du 21 août par	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Les dépassements des seuils pour les MES et le PT sont possiblement attribuables au lessivage de rues au printemps (sables) et de l'érosion des rives. Il est à noter que, comme en 2010 et 2011, les concentrations en CF sont maximales quand le débit est plus faible (Figure 49). Des installations
	PT (> 30 µg/l)	n = 2/14	17 avril 11 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/14	21 août 4 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 84 en annexe.

				temps sec (depuis 4 jours). Dépassement du 4 septembre attribuable à un épisode de pluie dans les 48 heures précédant l'échantillonnage.	septiques pourraient contribuer à cette pollution. À partir de la station E58, la conductivité augmente de manière significative, notamment durant la saison estivale.
E28 **Jaune**	MES (> 13 mg/l)	n = 2/14	17 avril 11 juillet	**MES**, **PT** et **NTK** : Dépassements du 17 avril attribuables à un épisode de forte pluie la veille de l'échantillonnage et à la fonte printanière. Les dépassements du 11 juillet pour ces mêmes paramètres, ainsi que pour celui en **CF**, sont également attribuables à des pluies tombées la veille, mais également à l'effet de concentration des contaminants dû aux apports grandissants de l'amont vers l'aval de la rivière Jaune. **CF** : Le dépassement du 26 juin fait suite à un épisode de pluie la veille et le jour même de l'échantillonnage. La plupart des paramètres ont été influencés par cet événement (sans toutefois connaître de dépassements des seuils).	Qualité de l'eau généralement « satisfaisante ». Or, dans 64 % des cas, un dépassement du seuil de CF pour la baignade (200 UFC/100 ml) est observé, notamment lors de la période estivale et généralement aux mêmes périodes que pour les stations E03 et E58 en amont. Une enquête réalisée par l'APEL en 2013 a révélé plusieurs sources de contamination fécale : installations septiques non conformes, débordements du réseau sanitaire et possiblement, branchements croisés.
	PT (> 30 µg/l)	n = 2/14	17 avril 11 juillet		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/14	17 avril 11 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/14	26 juin 11 juillet		
E24 **Du Valet**	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/15	12 juin 13 août	**NTK** : Les dépassements du 12 juin et du 13 août sont attribuables à un épisode de pluie le jour de l'échantillonnage.	Qualité de l'eau généralement « bonne » selon les critères de l'IQBP. Cependant, une conductivité relativement élevée (moyenne de 194 µS/cm en 2013) dans ce ruisseau est signe de problématiques diverses (contamination par des métaux en provenance d'un tributaire, par

	exemple) qui ont été identifiées durant l'enquête sur le ruisseau du Valet en 2011 (APEL, 2011). La concentration en ions chlorures du lac Clément est aussi un élément expliquant la conductivité plus élevée.

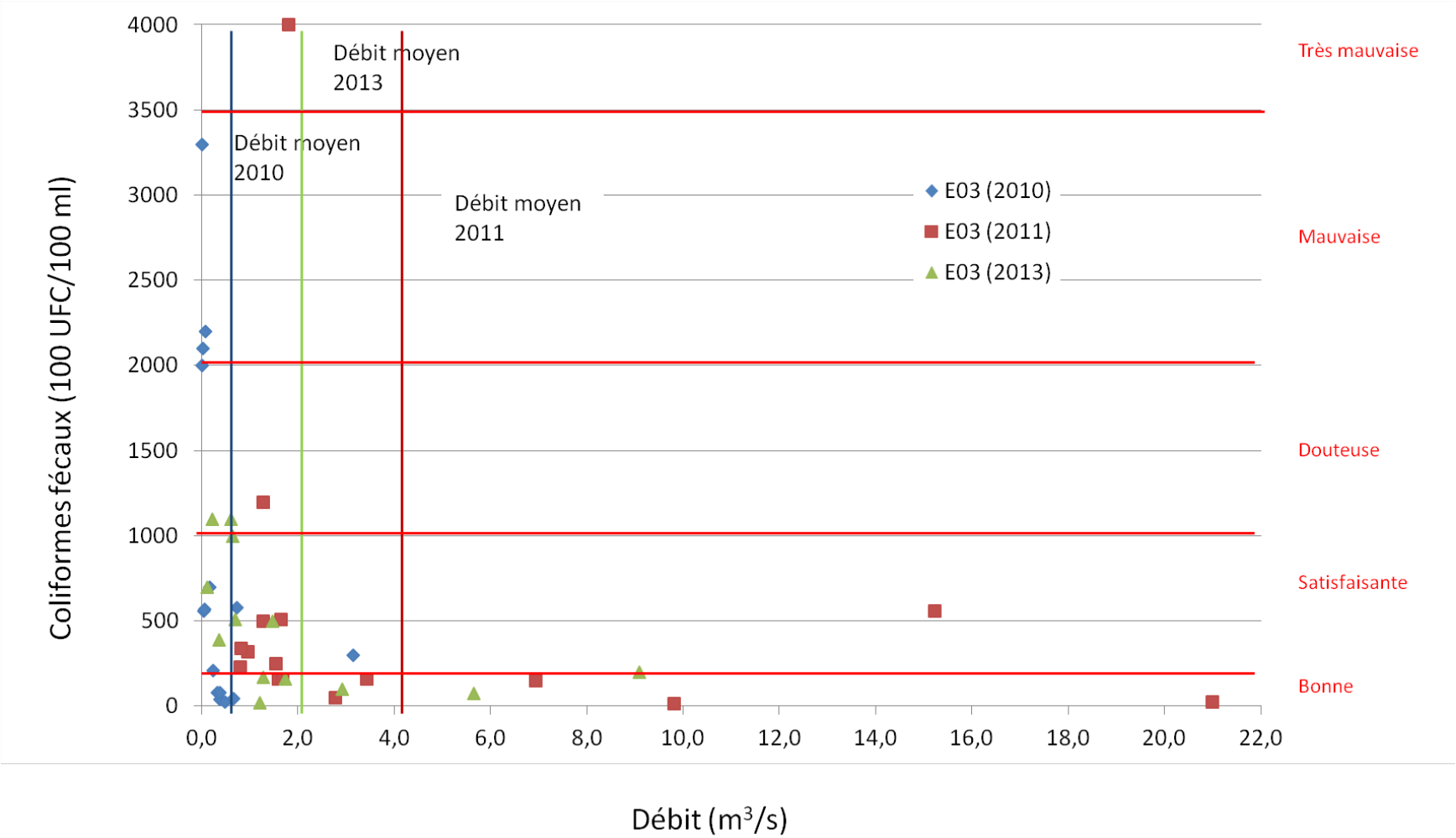


Figure 49 : Relation interannuelle entre les concentrations en CF et le débit à la station E03 (2010, 2011 et 2013).

Photo 3 : Exemple de contribution des égouts pluviaux à la contamination dans la rivière Jaune. Crédit : Mathieu Damour, 2013.

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- Une augmentation graduelle des concentrations en PT, MES et CF est observée entre les stations E58 et E28, particulièrement entre les stations E03 et E28 en ce qui concerne le PT. Ceci est conforme à la tendance générale observée depuis quelques années. En 2013, une enquête réalisée par l'APEL a révélé que les rejets des conduites pluviales sont en grande partie responsables des contaminations en PT, MES et CF (Photo 3). Les sources de ces contaminations peuvent être des événements de surverse, des installations septiques ou encore l'accumulation d'eau souillée (entre autres par la présence d'animaux) dans le réseau d'égout pluvial en temps sec qui est ensuite libérée en temps de pluie (apports en CF) (APEL, 2014).
- En ce qui a trait à la contamination par les CF :
    - La possibilité d'une contamination par des installations septiques ne peut être exclue, notamment aux stations E58 et E03 étant donné que les dépassements (> 1000 UFC/ 100 ml) ont eu lieu en temps sec et en temps de pluie.
    - Il est à noter qu'en 2013, aucun dépassement en CF n'a été observé à la station E24.
    - Pour la station E03, le dépassement semble encore (comme en 2010) être corrélé à de plus faibles débits (Figure 49). Pour les stations E03 et E28, dans 64 % des cas, les concentrations en CF étaient supérieures à la limite de 200 UFC/100 ml.
- Les concentrations en nitrites/nitrates ne dépassent pas la limite de 1 mg/l correspondant à une qualité de l'eau « satisfaisante » selon l'IQBP. Or, une augmentation des concentrations entre les stations E58 et E23 est encore observée, tout comme en 2011.

- Les valeurs d'azote ammoniacal ne dépassent pas le seuil correspondant à une qualité de l'eau « satisfaisante » (0,5 mg/l). Aucune tendance amont-aval n'a pu être établie.
- Le NTK s'est approché et a même dépassé le seuil de 1 mg/l N aux stations E58, E28 et E24 à deux reprises durant la saison d'échantillonnage. Les concentrations en NTK de la rivière Jaune sont, en moyenne, légèrement plus élevées en amont (E58) qu'en aval (E28).
- La conductivité augmente de l'amont vers l'aval dans le bassin versant de la rivière Jaune, et ce, de manière significative. Ainsi, bien que les concentrations en éléments nutritifs de la rivière Jaune restent satisfaisantes dans l'ensemble, il y a une augmentation globale de la charge ionique possiblement due à l'épandage de sels de voirie.

4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Le Tableau 15 présente la station d'échantillonnage visitée en 2013 dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches. Il présente la justification de la station ainsi qu'une brève description. Le nom de la station en rouge signifie que les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. La Figure 50 présente le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches et la valeur moyenne de coliformes fécaux mesurée à la station REF01.

Tableau 15 : Station d'échantillonnage située dans le bassin versant des Eaux Fraîches.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
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.

La Figure 51 présente un résumé des dépassements de la concentration en NTK mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2013, critères de qualité de l'eau, sous forme de graphiques en boîtes. Il s'agit du seul paramètre ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs établies par le MDDEFP. Le Tableau 16 présente un résumé des dépassements de ce critère de qualité de l'eau à la station REF01.

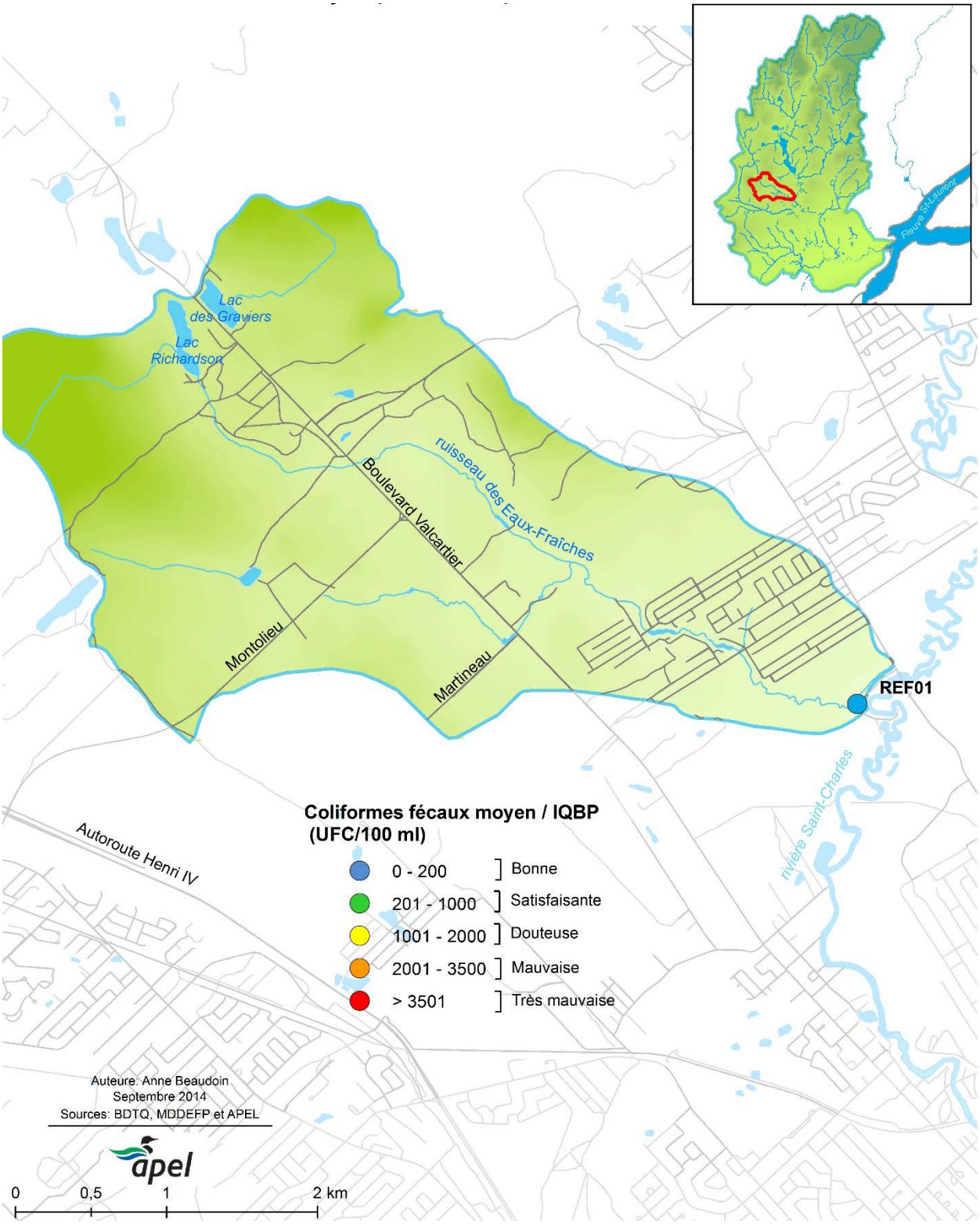


Figure 50 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2013.

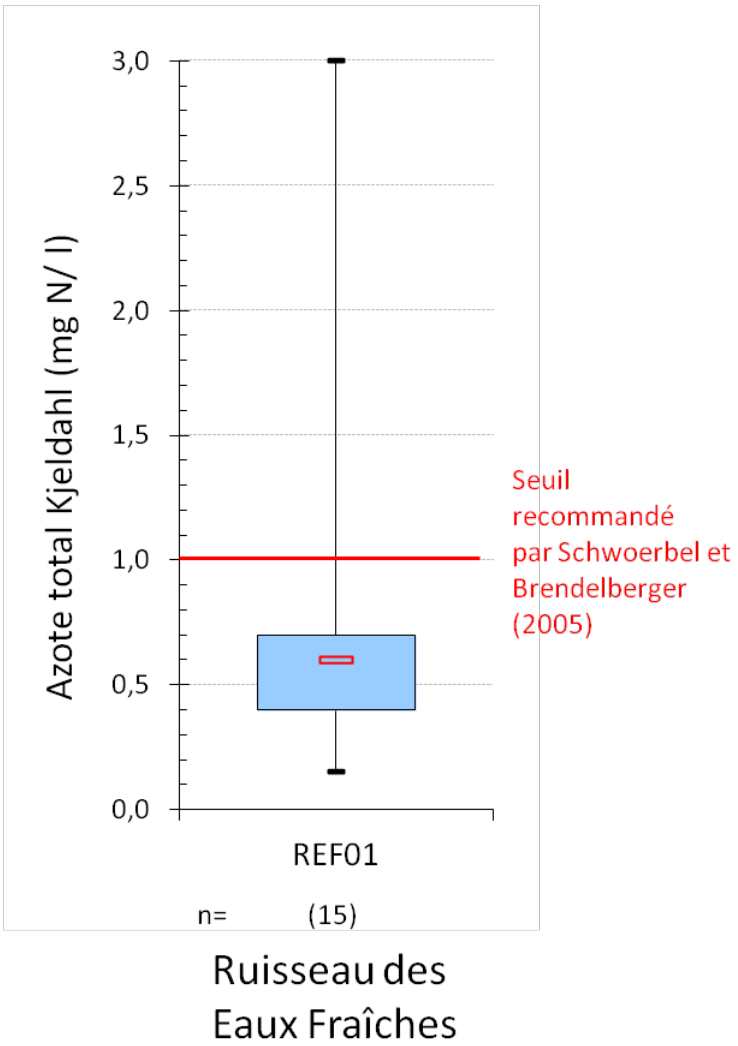


Figure 51: Concentrations de NTK dans le ruisseau des Eaux Fraîches en 2013.

Tableau 16 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[7]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
REF01 **Eaux Fraîches**	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/15	12 juin 13 août	**NTK** : Dépassements associés à des événements de pluie.	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). Le même constat avait été fait dans le cadre des analyses de 2011.

[7] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus. La relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la Figure 87 en annexe.

4.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Les résultats d'analyses montrent que :

- Les concentrations de PT à la station REF01 (ruisseau des Eaux Fraîches) ne dépassent pas les 30 µg/l, contrairement à 2011. Elles sont globalement inférieures à celles obtenues en 2011.
- Aucun dépassement de MES n'a été mesuré.
- Au niveau des coliformes fécaux, comme en 2011, le ruisseau des Eaux Fraîches (REF01) affiche six dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml, dont un de 900 UFC/100 ml. Parmi les six dépassements, cinq ont eu lieu par temps de pluie (de régime varié) et un par temps sec.
- Les concentrations en NTK sont élevées à la station REF01 à deux reprises, soit le 12 juin et le 13 août (respectivement 1,1 et 3,0 mg/l N).

4.6 Bassin versant de la rivière du Berger

Le Tableau 17 recense les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière du Berger (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau, les stations en italique correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent, les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 17 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière du Berger de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P06RB	Du Berger	Station témoin en amont du secteur habité de la rivière du Berger. Connaître la qualité de l'eau sans l'influence de l'activité humaine.	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	Section de la rivière 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.	Au bout de la rue des Blaireaux.
P04RB	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'avenue 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.

La carte de la Figure 48 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 l'IQBP. De la Figure 53 à la Figure 57, les résultats de qualité de l'eau sont représentés sous de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés. Le Tableau 18 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière du Berger.

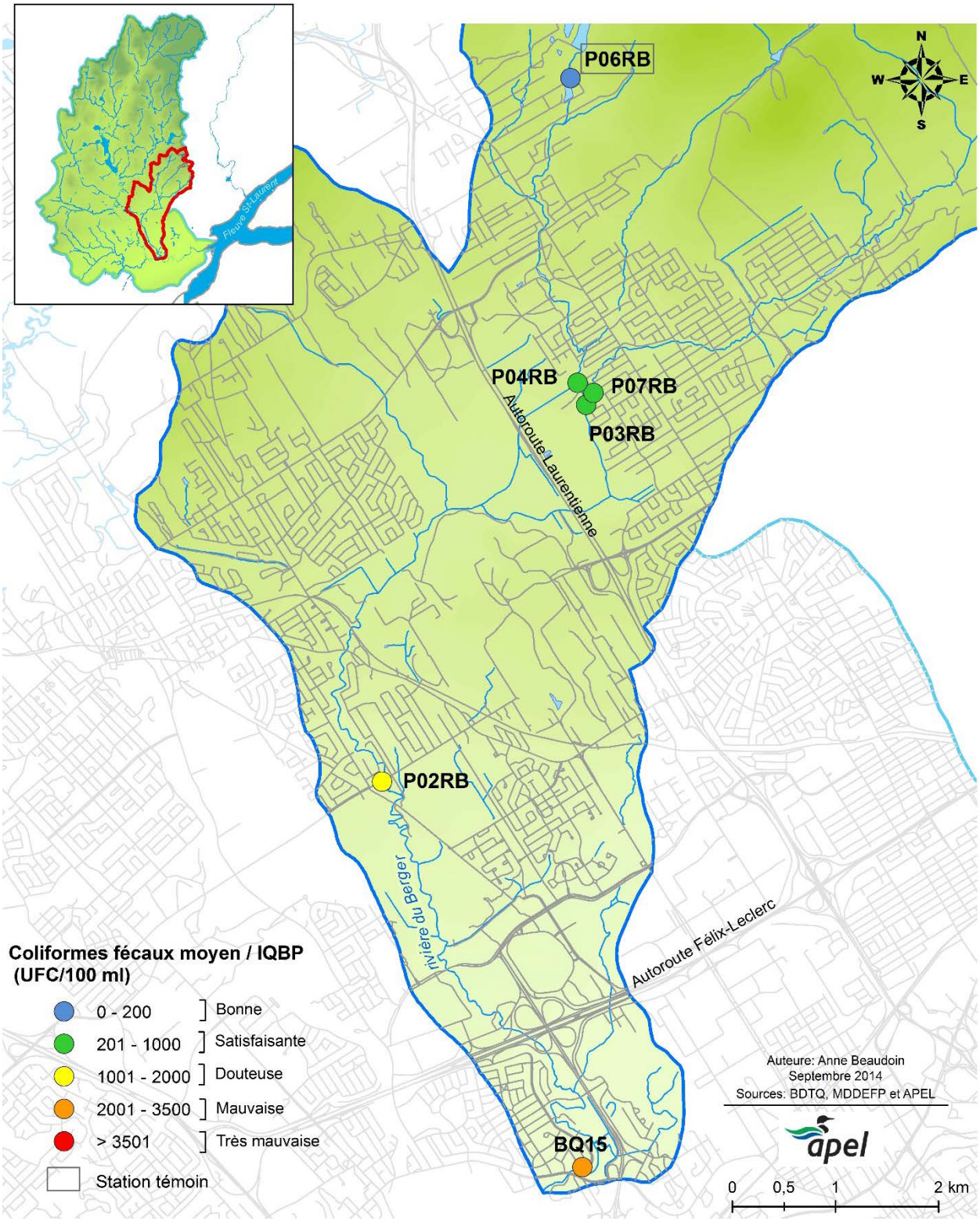


Figure 52 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière du Berger en 2013.

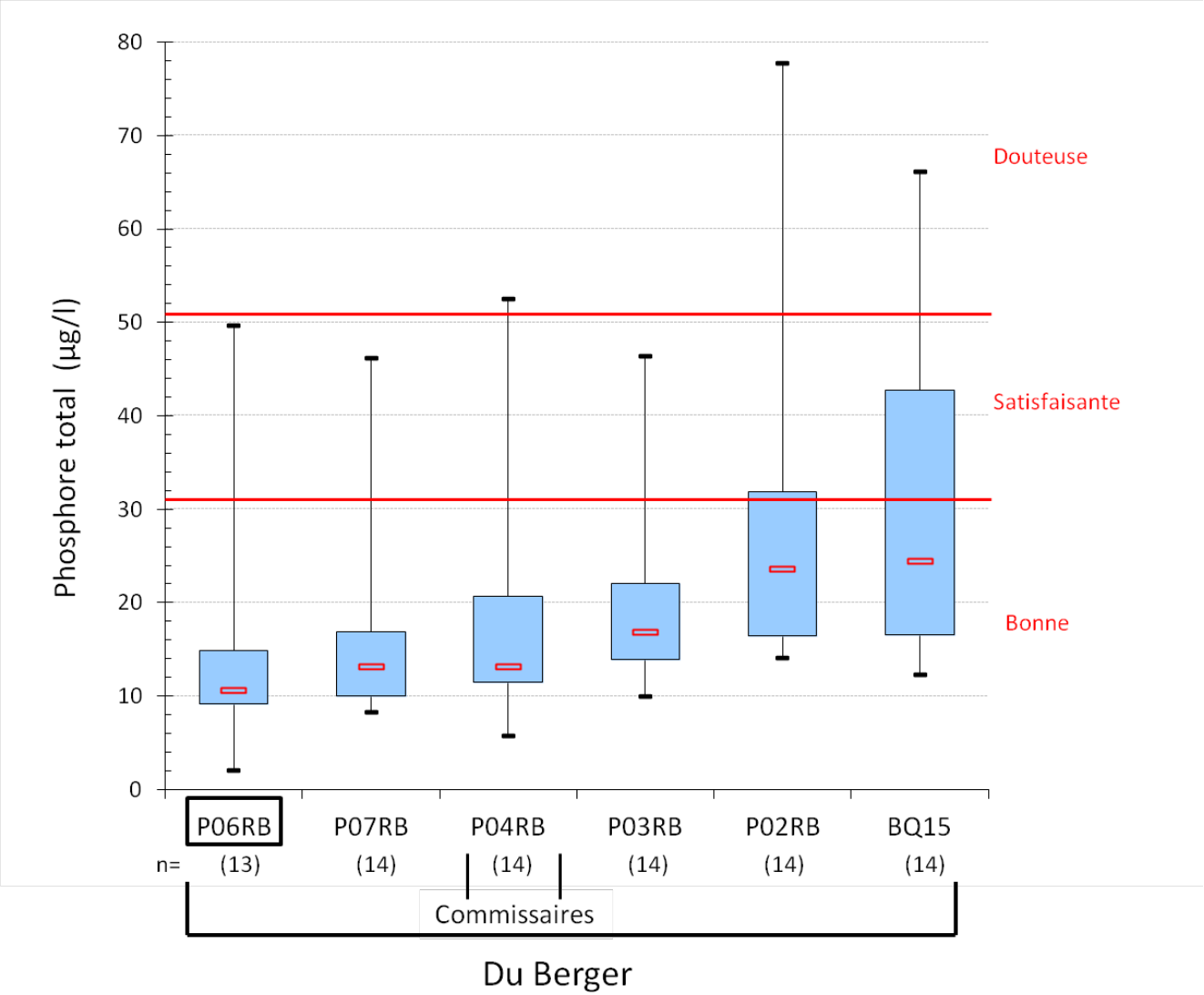


Figure 53 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

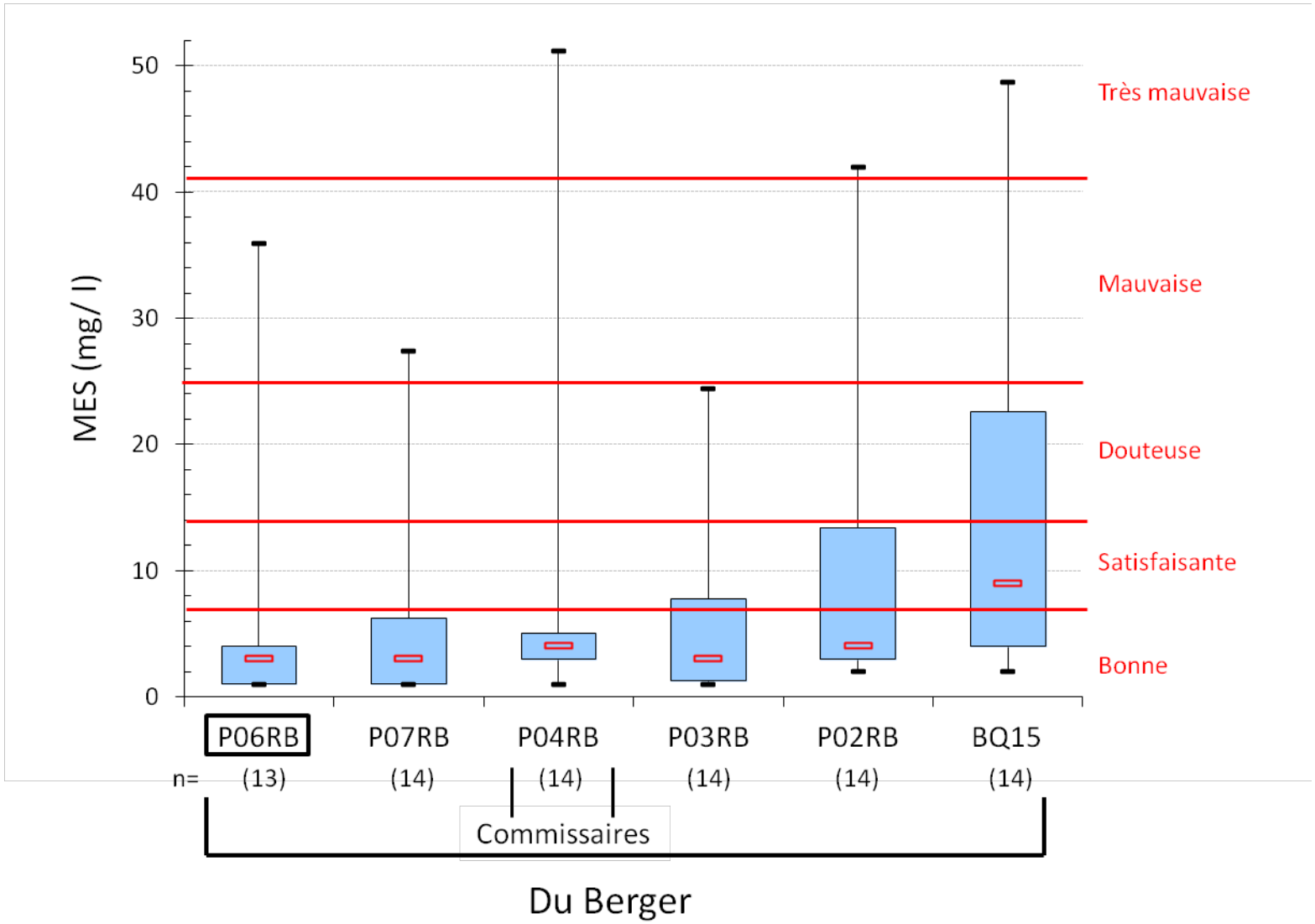


Figure 54 : Concentrations en MES mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

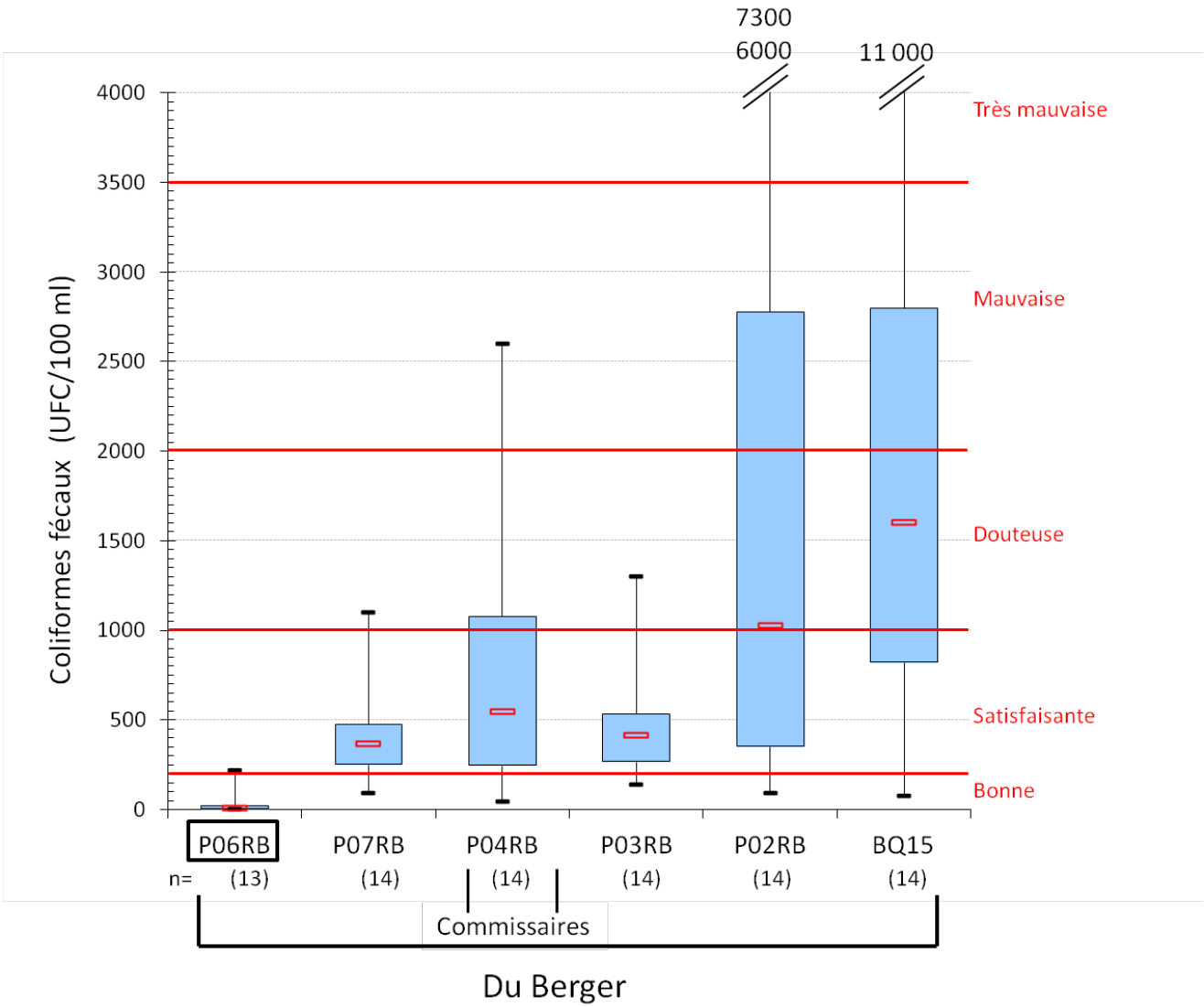


Figure 55 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

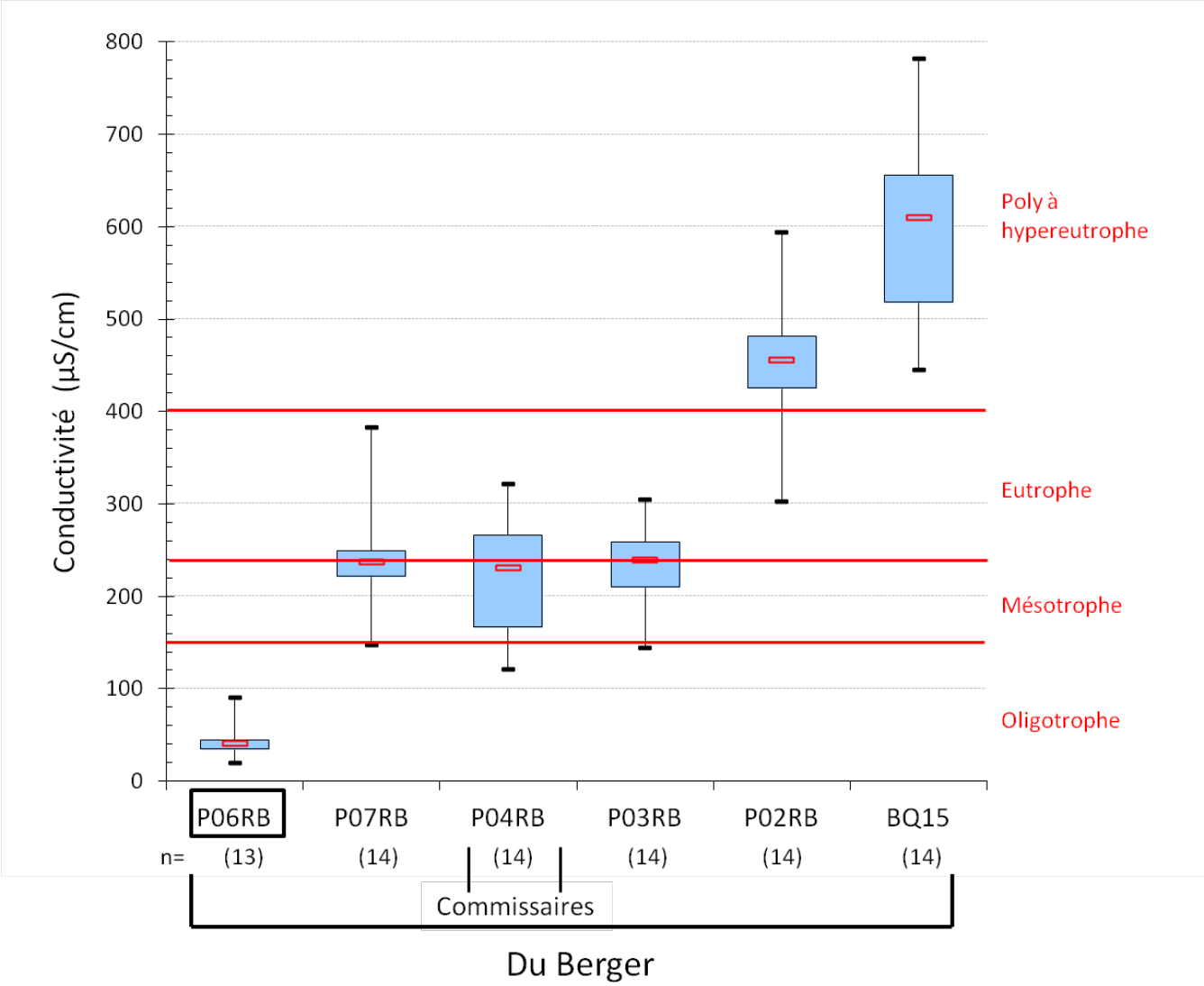


Figure 56 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

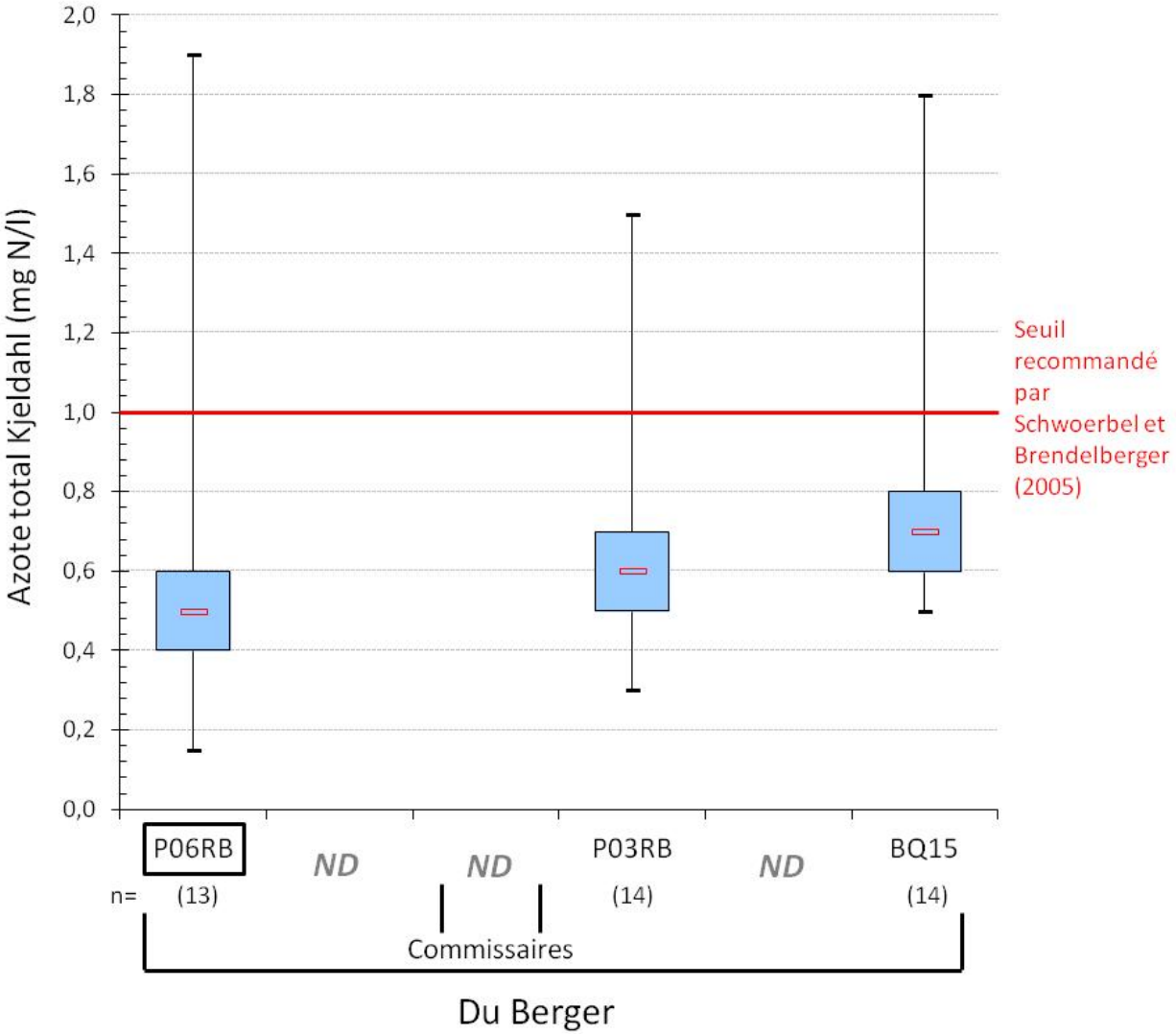


Figure 57 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

Tableau 18 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière du Berger en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[8]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P06RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/13	17 avril	**PT**, **MES** et **NTK** : Les dépassements du 17 avril sont attribuables à un épisode de pluie (environ 20 mm) la veille de l'échantillonnage. La période de fonte printanière accentue le ruissellement associé à cette pluie. **CF** : Dépassement en temps de pluie. **NTK** : Dépassement du 30 avril par temps sec, probablement associé à la période de fonte printanière. Celui du 11 juillet a eu lieu en temps de pluie.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Cependant, il faudrait s'assurer que la qualité bactériologique du lac Flamand satisfait aux normes pour la baignade. Ce lac est alimenté par le ruisseau du Berger, qui se tarit fréquemment en été, empêchant alors l'eau du lac d'être adéquatement renouvelée. **Note :** *Le pH est plus acide qu'aux autres stations du bassin versant, avec un minimum à pH 6. Ces résultats sont probablement attribuables à l'état naturel du bassin versant en amont.*
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/13	17 avril		
	CF (> 200 UFC/100 ml)	n = 1/13	26 juin		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 3/13	17 avril 30 avril 11 juillet		
P07RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/14	17 avril	**PT** et **MES** : Les dépassements du 17 avril sont attribuables à un important épisode de pluie (environ 20 mm) la veille de l'échantillonnage. La période de fonte printanière accentue le ruissellement associé à cette pluie. **MES** : Dépassement du 13 mai associé à des précipitations atteignant près de 45 mm dans les 48 heures précédant l'échantillonnage.	Dans 77 % des cas, le seuil en CF pour la baignade (200 UFC/100 ml) a été dépassé, ce qui est plus fréquent qu'en 2011 (56 % des cas). Or, les extrêmes observés en 2011 étaient plus élevés : valeur maximale à 8200 UFC/100 ml en 2011 comparativement à 1100 UFC/100 ml en 2013. En 2011, les fortes concentrations ont eu lieu lorsque le débit était faible
	MES (> 13 mg/l)	n = 2/14	17 avril 13 mai		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/14	29 mai		

[8] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus. La relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la Figure 85 en annexe.

				CF : Dépassement du 29 mai par temps sec. Par contre, une importante période de pluie touchait le Québec dans la semaine précédant l'échantillonnage, laissant plus de 100 mm de pluie dans le secteur.	(Figure 58). En 2013, les concentrations ne semblaient pas être affectées par le niveau de débit. Une dégradation certaine est observée entre les stations P06RB et P07RB.
P04RB **Ruisseau des Commissaires**	PT (> 30 µg/l)	n = 1/14	24 juillet	**PT** et **MES** : Les dépassements sont associés à des temps de pluie. **CF** : Les dépassements sont pour la plupart associés à des temps de pluie. Le dépassement du 6 août s'est produit par temps sec. **Chlorophylle *a*** : Dépassement du 29 mai par temps sec. Par contre, une pluie importante touchait le Québec dans la semaine précédant l'échantillonnage, laissant plus de 100 mm de pluie dans le secteur.	Qualité de l'eau généralement « douteuse » à « mauvaise », surtout en ce qui concerne les CF. En effet, 77 % des résultats dépassent le seuil de 200 UFC/100 ml et 31 % des résultats dépassent même le seuil de 1000 UFC/100 ml (indépendamment de la pluviométrie). **Note :** *Pas de mesure de débit.*
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/14	24 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 4/14	26 juin 11 juillet 24 juillet 6 août		
	Chlorophylle *a* (> 8,6 µg/l)	n = 1/14	29 mai		
P03RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/l)	n = 2/14	17 avril 24 juillet	**PT** et **MES** : Les dépassements du 17 avril sont attribuables à un épisode de pluie (environ 20 mm) la veille de l'échantillonnage. La période de fonte printanière accentue le ruissellement associé à cette pluie. Les dépassements du 24 juillet en **PT** et en **NTK** sont également associés à un épisode de pluie. **NTK** : Dépassement du 11 juillet par temps de pluie. **CF** : Dépassement du 6 août par temps sec.	Qualité de l'eau généralement « satisfaisante » à « douteuse », surtout en ce qui concerne les CF. Tout comme à la station P07RB, les concentrations maximales de CF mesurées à P03RB ont baissé depuis 2011 (valeur maximale de 3600 UFC/100 ml comparativement à 1300 UFC/100 ml en 2013). Malgré cela, la fréquence de dépassement du seuil de 200 UFC/100 ml demeure élevée à 85 %. **Note :** *Pas de mesure de débit.*
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/14	17 avril		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/14	11 juillet 24 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/14	6 août		

P02RB **Du Berger**	PT (> 30 µg/l)	n = 5/14	17 avril 13 mai 11 juin 26 juin 24 juillet	**PT**, **MES** et **CF** : Les dépassements sont tous associés à des épisodes de pluie, SAUF le dépassement en CF du 29 mai, qui s'est produit par temps sec. Par contre, une importante période de pluie touchait le Québec dans la semaine précédant l'échantillonnage, laissant plus de 100 mm de pluie dans le secteur.	Qualité de l'eau généralement « douteuse » à « mauvaise ». Les concentrations en PT augmentent de manière significative entre les stations P03RB et P02RB. Des dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml se produisent dans 85 % des cas, en temps de pluie comme en temps sec. En 2013, les concentrations maximales (2900 à 7300 UFC /100 ml) sont plus importantes qu'en 2011 (max. 2800 UFC/100 ml). Une augmentation significative de la conductivité entre les stations P03RB et P02RB témoigne de la dégradation de ce cours d'eau (moyenne de 230 à 451 µS/cm).
	MES (> 13 mg/l)	n = 4/14	17 avril 13 mai 26 juin 24 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 7/14	29 mai 11 juin 26 juin 24 juillet 4 sept. 16 sept. 21 oct.		
BQ15 **Du Berger**	PT (> 30 µg/l)	n = 4/14	17 avril 13 mai 26 juin 24 juillet	**PT**, **MES**, **CF**, **NTK** et **nitrites/nitrates** : Les dépassements sont tous associés à des épisodes de pluie SAUF le dépassement en CF et en nitrites/nitrates du 29 mai, qui s'est produit par temps sec. Par contre, une importante période de pluie touchait le Québec dans la semaine précédant l'échantillonnage, laissant plus de 100 mm de pluie dans le secteur.	Qualité de l'eau généralement « douteuse » à « mauvaise ». Des dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml se produisent dans 85 % des cas (en temps de pluie comme en temps sec). Des dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml ont eu lieu dans 70 % des cas, ce qui est une augmentation de 20 % par rapport à 2011. En 2013, la valeur maximale a été enregistrée le 4 septembre : 11 000 UFC/100 ml; il est possible que
	MES (> 13 mg/l)	n = 4/14	17 avril 13 mai 26 juin 24 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 9/14	SAUF : 17 avril		

		30 avril 6 août 21 août 11 nov.	les eaux plus stagnantes (faible débit) aient contribué à la prolifération des CF ou encore qu'il ait eu moins de dilution (Figure 59). L'augmentation de la conductivité se poursuit entre les stations P02RB et BQ15 (la moyenne passant de 451 à 601 µS/cm).
NTK (> 1 mg N/l)	n = 2/14	17 avril 11 juillet	
Nitrites/nitrates (> 1,0 mg N/l)	n = 2/14	29 mai 4 sept.	

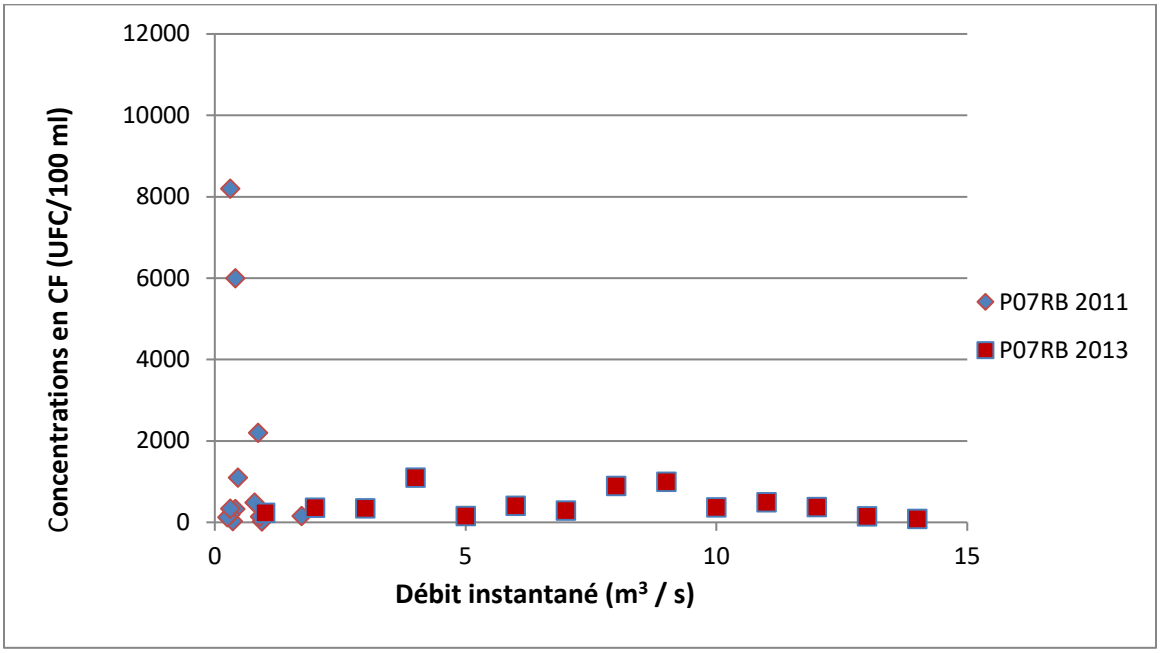


Figure 58 : Relation entre les concentrations en CF et le débit à la station P07RB (2011–2013).

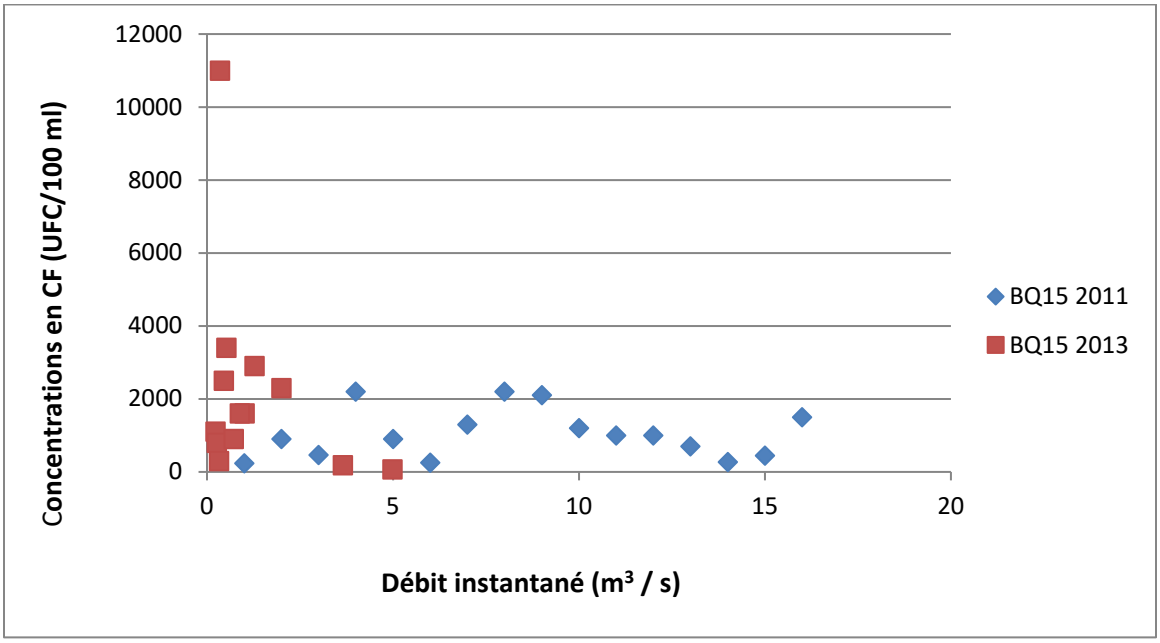


Figure 59 : Relation entre les concentrations en CF et le débit à la station BQ15 (2011–2013).

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- De manière générale, on observe des valeurs de PT moins élevées à toutes les stations du bassin versant de la rivière du Berger en 2013 comparativement à 2011. Ceci est fort probablement attribuable à la différence de pluviométrie.
- Des dépassements en MES ont été observés à toutes les stations, notamment au printemps et lors d'événements de pluie. La cause de l'important dépassement du 24 juillet (51,2 mg/l) à la station P04RB reste inconnue.
- Comparativement à 2011, la qualité bactériologique de la rivière du Berger et du ruisseau des Commissaires semble s'améliorer aux stations P07RB P04RB et P03RB (Figure 58Figure 59), et se détériore aux stations P02RB et BQ15. Néanmoins, 85 % des résultats dépassent le seuil pour la baignade (200 UFC/100 ml).
    - Il est à noter qu'à la station P06RB, en amont du lac Flamand, le seuil est dépassé dès juin. Ce lac sert à la baignade pour le terrain de camping avoisinant.
    - Des données de la BQMA à la station BQ15 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. En 2013, la moyenne (n = 13) est de 2268 UFC/100 ml. La pluviométrie semble donc avoir moins d'effet, à moins qu'en 2011 il ait eu un effet de dilution en 2011 (Figure 59).
- Les concentrations en composés azotés restent généralement « satisfaisantes » pour l'ensemble des stations. Cependant, quelques dépassements en NTK (1 mg/l N) sont observés, notamment à la station P06RB (valeurs de 1,80, 1,10 et 1,90 respectivement les 4 avril, 30 avril et 11 juillet). Les sources n'ont pu être identifiées.
- La conductivité augmente de l'amont vers l'aval dans le bassin versant de la rivière du Berger, et ce, de manière significative (d'un rapport de 15 entre les stations P06RB et BQ15). Bien que cette augmentation puisse être partiellement expliquée par les sels de voirie, les autres sources de cette forte charge ionique doivent être identifiées.
- Malgré que les valeurs de pH se maintiennent dans la catégorie « bonne », une augmentation significative du pH peut être observée entre les stations P06RB et BQ15, avec une moyenne passant de 6,8 à 8,1.

4.7 Bassin versant de la rivière Lorette

Le Tableau 19 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière Lorette (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés.

Tableau 19 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Lorette de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
P03RL	Lorette	Station en aval d'un affluent important de la rivière Lorette (affluent qui draine une zone agricole).	Rue Notre-Dame (coordonnées géographiques : 46.808671, -71.318609).
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).

La carte de la Figure 60 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Lorette et la moyenne des résultats de CF selon les classes proposées par l'IQBP.

Les Figure 61 à Figure 64 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés.

Le Tableau 20 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Lorette.

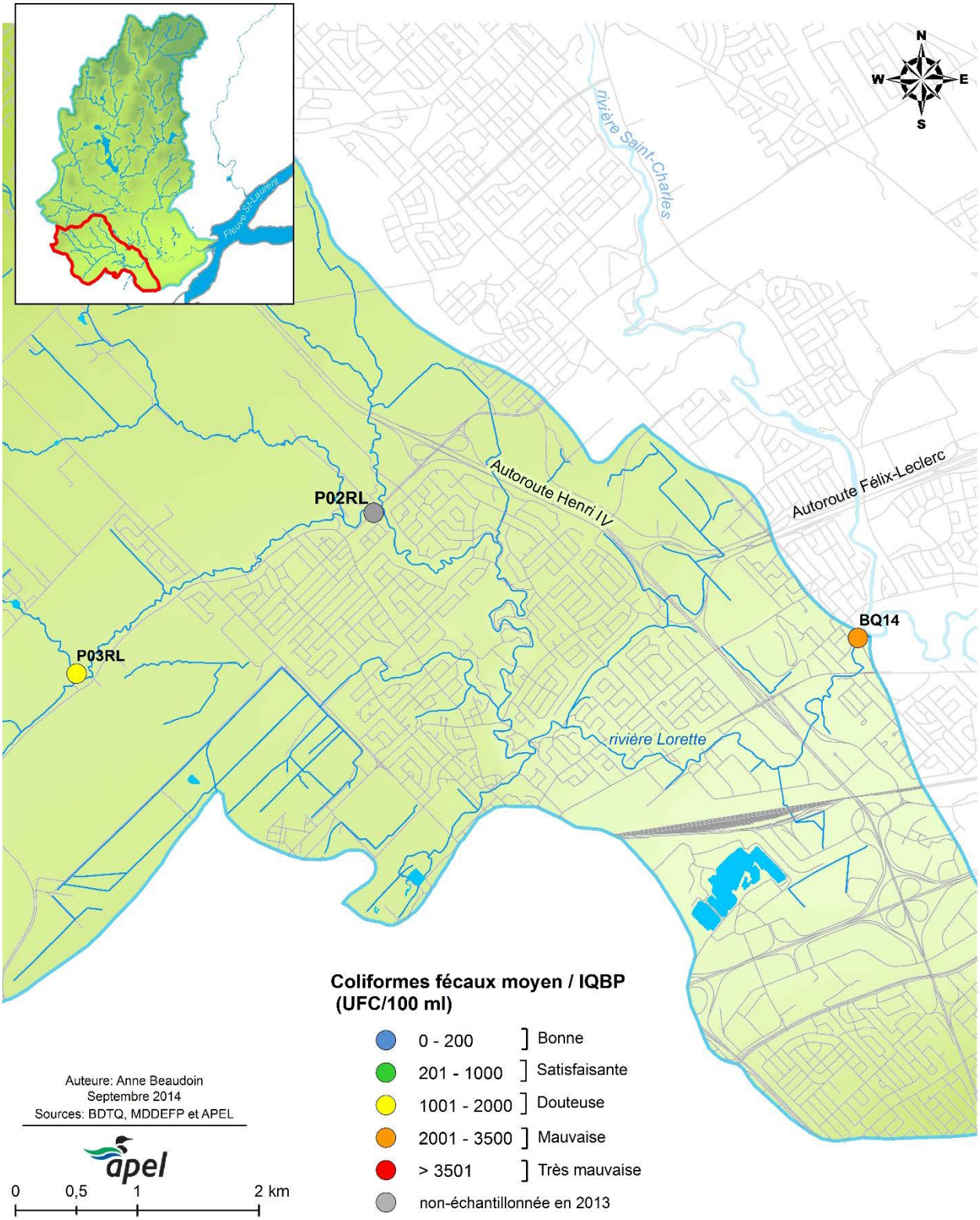
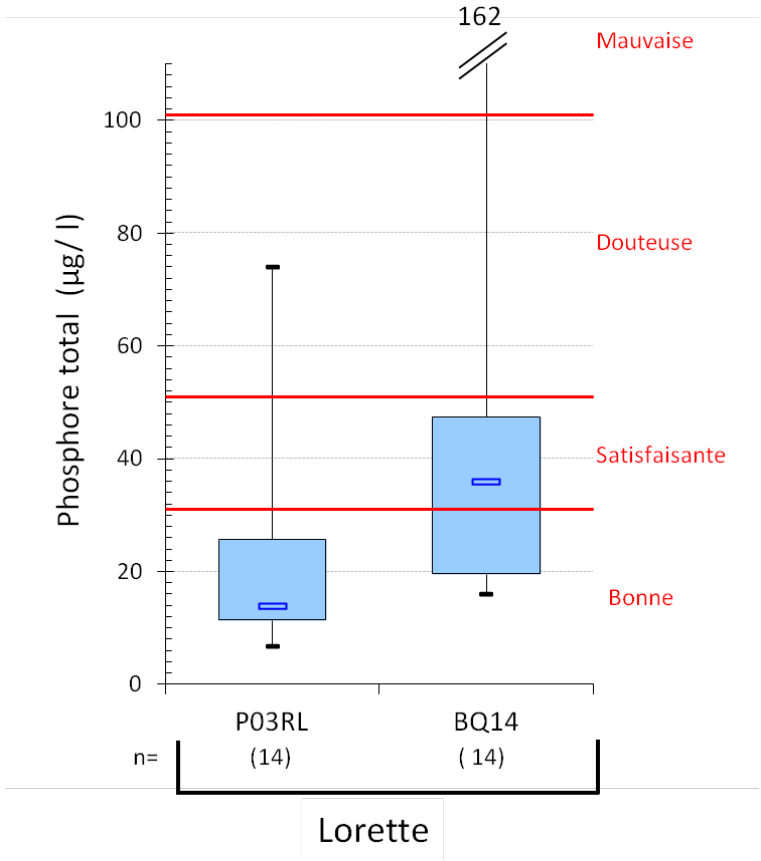


Figure 60 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans la rivière Lorette en 2013.



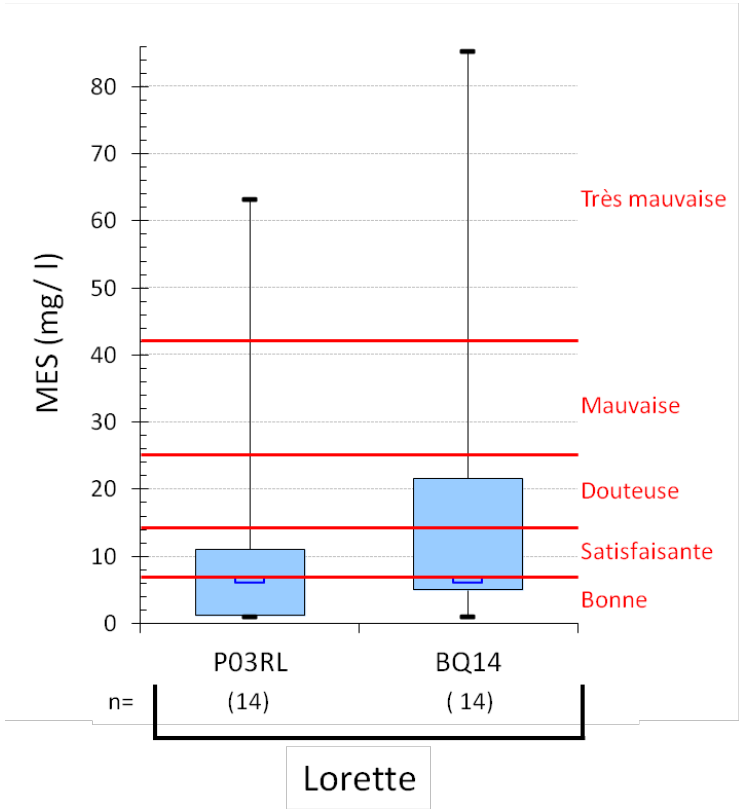


Figure 61 : Concentrations en PT (à droite) et en MES (à gauche) mesurées dans la rivière Lorette en 2013.

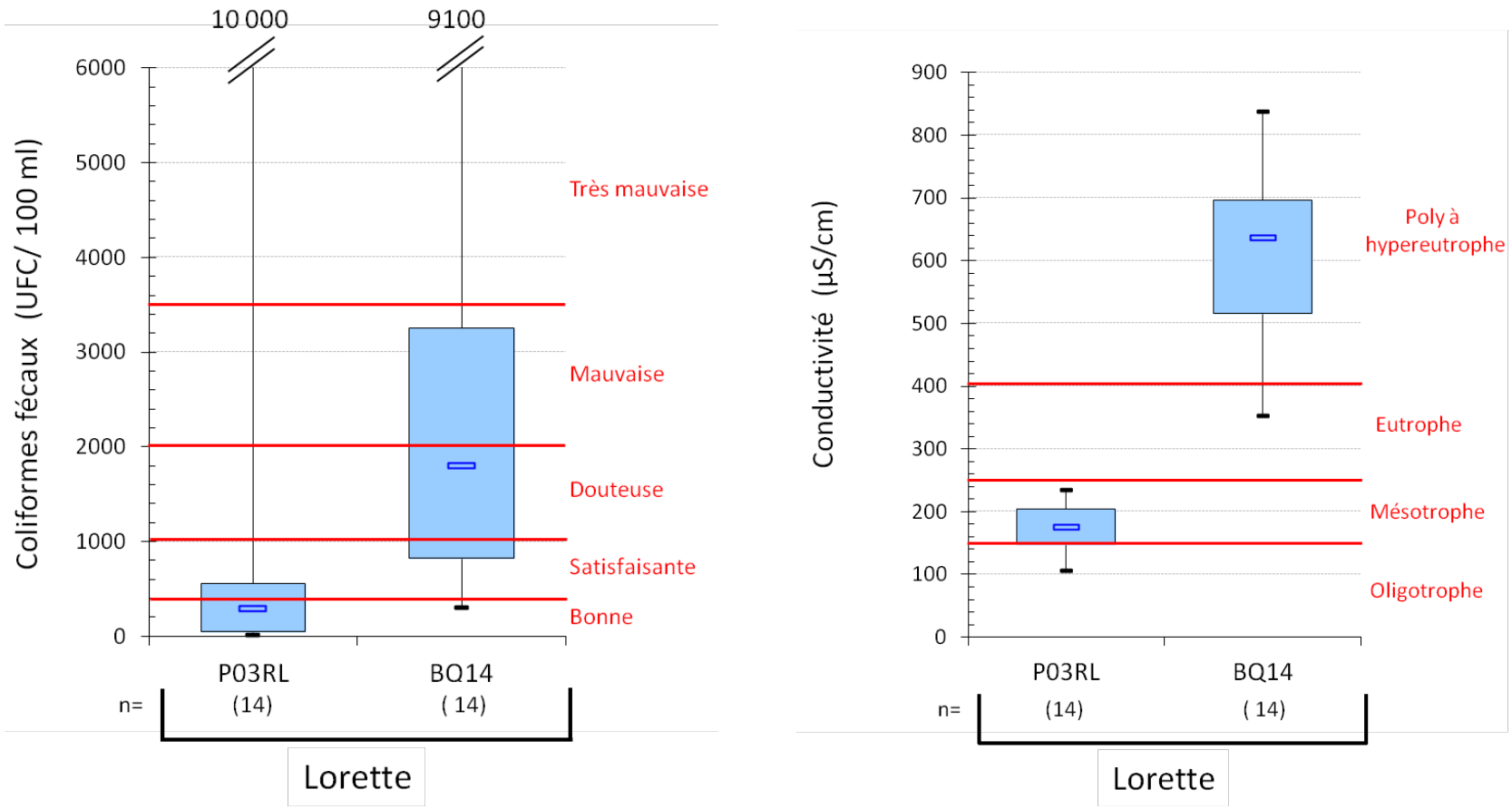


Figure 62 : Concentrations en CF (à gauche) et valeurs de conductivité (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013.

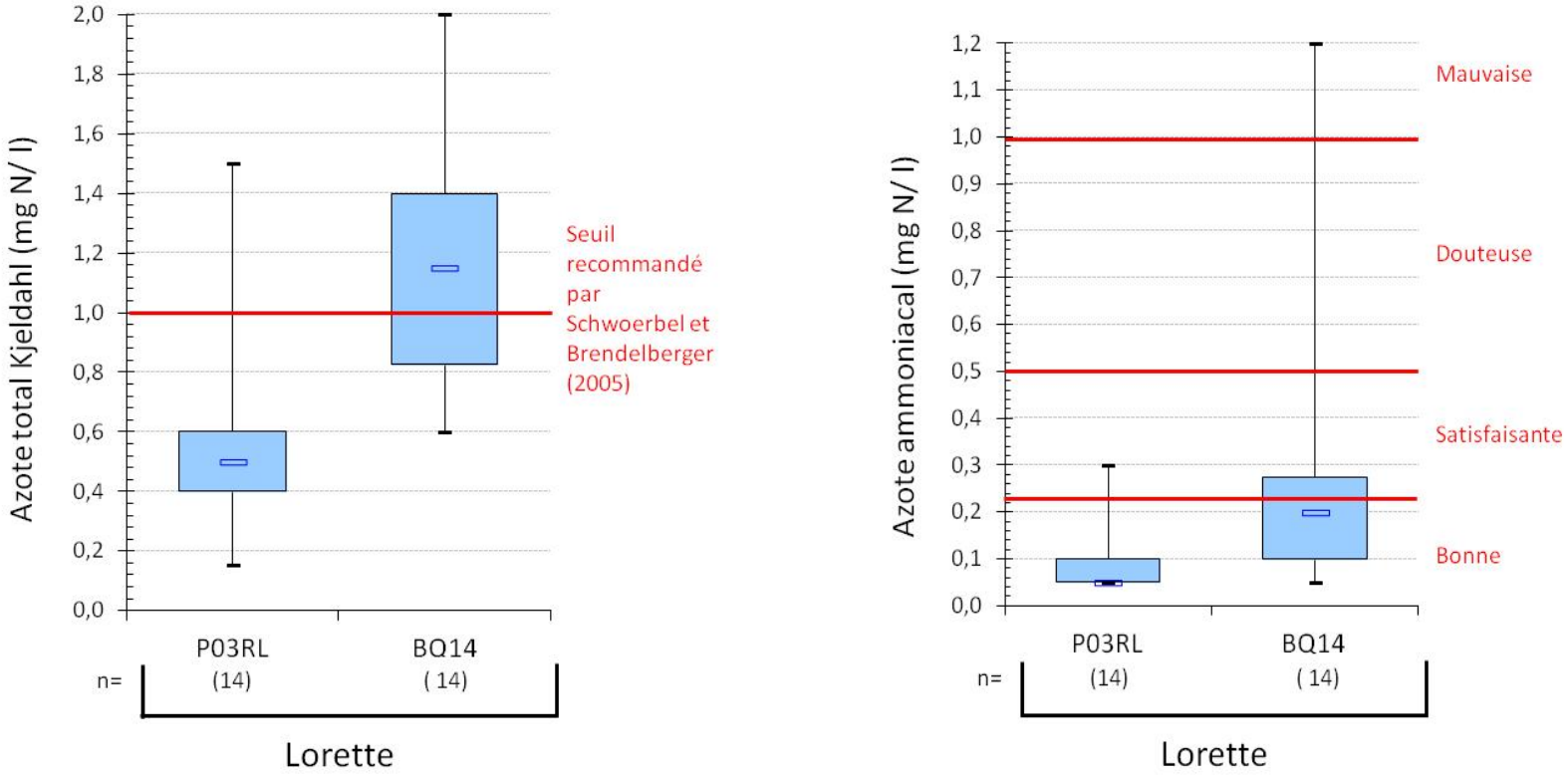


Figure 63 : Concentrations en NTK (à gauche) et en azote ammoniacal (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013.

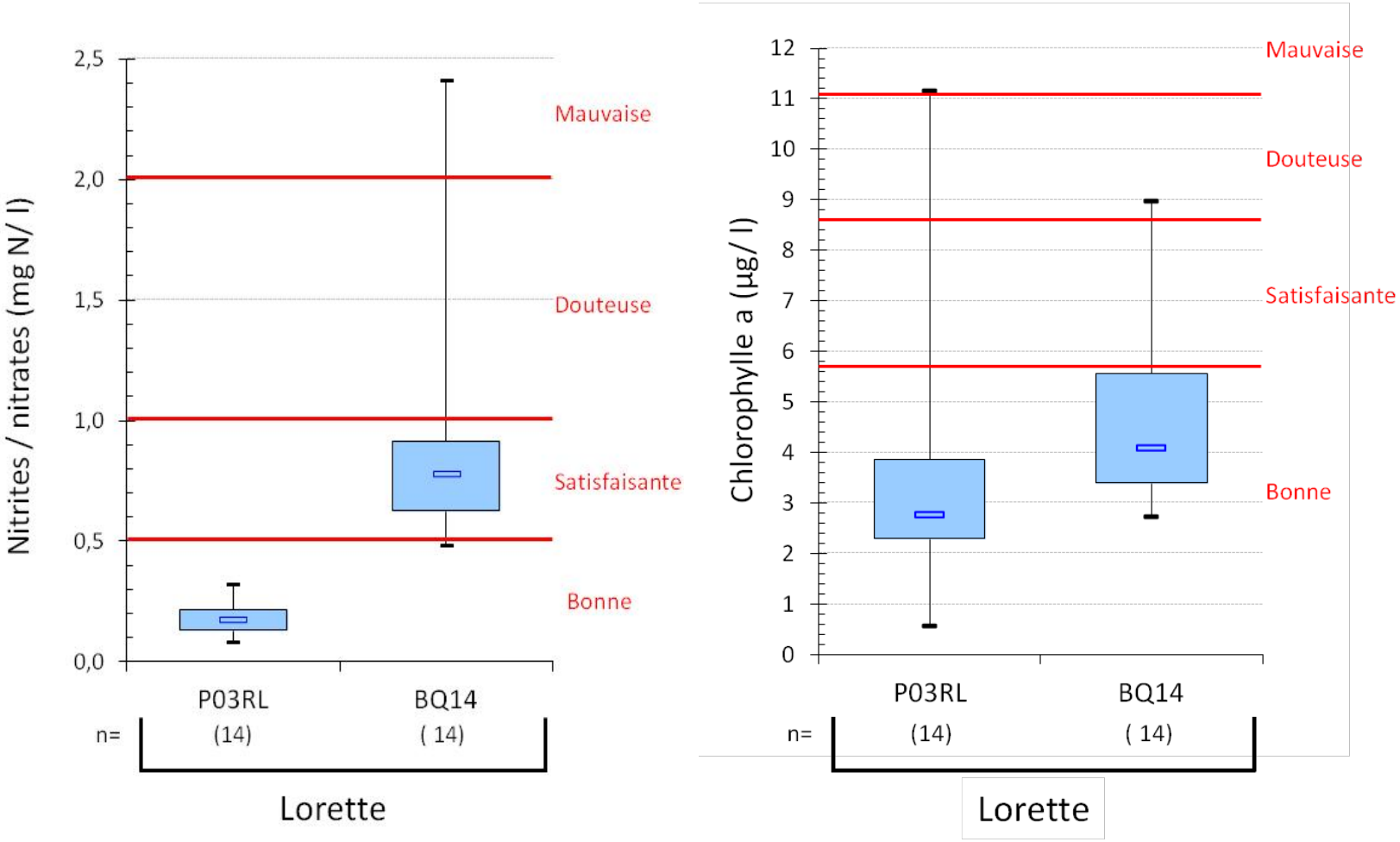


Figure 64 : Concentrations en nitrites/nitrates (à gauche) et en chlorophylle *a* (à droite) mesurées dans la rivière Lorette en 2013.

Tableau 20 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Lorette en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[9]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
P03RL **Lorette**	PT (> 30 µg/l)	n = 2/14	17 avril 24 juillet	**PT**, **MES**, **CF**, **NTK** et **Chlorophylle *a*** : Tous les dépassements sont associés à des temps de pluie. Lors des dates où des dépassements sont observés, la plupart des paramètres mesurés connaissent des hausses, sans toutefois dépasser les seuils. Par contre, le dépassement en **NTK** du 11 juillet s'accompagne seulement d'une légère hausse de la **conductivité** (de 162 à 189 µS/cm).	Qualité de l'eau généralement « satisfaisante ». Néanmoins, des dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml pour les CF ont lieu dans 57 % des cas. Le dépassement en CF du 24 juillet a été très important, de l'ordre de 10 000 UFC/100 ml. Lorsqu'il y a dépassement en PT, les valeurs sont élevées : 74 µg/l le 17 avril et 45,5 µg/l le 24 juillet. Les dépassements en NTK affichent 1,5 mg/l. Ainsi, malgré le fait que le ruisseau traverse un milieu agricole, les dépassements en composés azotés sont limités et le PT est élevé seulement au printemps et en période de précipitation. Il serait opportun d'évaluer les sources potentielles de CF.
	MES (> 13 mg/l)	n = 3/14	17 avril 13 mai 24 juillet		
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/14	26 juin 24 juillet		
	NTK (> 1 mg/l N)	n = 2/14	11 juillet 24 juillet		
	Chlorophylle *a* (> 8,6 µg/l)	n=1/14	26 juin		
BQ14 **Lorette**	PT (> 30 µg/l)	n = 9/14	SAUF : 30 avril 29 mai 11 juin 6 août	**PT** : La plupart des dépassements sont associés à du temps de pluie. Seuls les dépassements du 16 septembre et du 11 novembre se sont produits par temps sec.	Qualité de l'eau généralement « très mauvaise », surtout en ce qui concerne les CF. Comme en 2011, tous les échantillons dépassent le seuil de 200 UFC/100 ml

[9] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus, la relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la Figure 86 en annexe.

		21 août	**MES** : Dépassements associés à des événements de pluie. **CF** : Cinq des neuf dépassements sont associés à du temps sec, mais les concentrations sont plus élevées en temps de pluie. **NTK** : La moitié des dépassements par temps sec. Les dépassements du 21 août et du 11 novembre demeurent inexpliqués. Celui du 29 mai (qui touche également l'**azote ammoniacal** et les **nitrites/nitrates**) pourrait être associé à une importante période de pluie qui a touché le Québec dans la semaine précédant l'échantillonnage, laissant plus de 100 mm de pluie dans le secteur. **Nitrites/nitrates** (excepté le 29 mai) et **chlorophylle *a*** : Dépassements par temps de pluie.	pour les CF. Dépassement du seuil de 1000 UFC/100 ml pour les CF dans 64 % des cas. La qualité de l'eau est toujours aussi problématique qu'en 2011.
MES (> 13 mg/l)	n = 5/14	17 avril 13 mai 26 juin 11 juillet 24 juillet		
CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 9/14	SAUF : 17 avril 11 juin 6 août 4 sept. 21 octobre		
NTK (> 1 mg/l N)	n = 6/14	17 avril 13 mai 29 mai 24 juillet 21 août 11 nov.		
Azote ammoniacal (> 0,51 mg/l N)	n = 1/14	29 mai		
Nitrites/nitrates (> 1,01 mg/l N)	n = 3/14	13 mai 29 mai 11 juillet		
Chlorophylle *a* (> 8,6 µg/l)	n = 1/14	24 juillet		

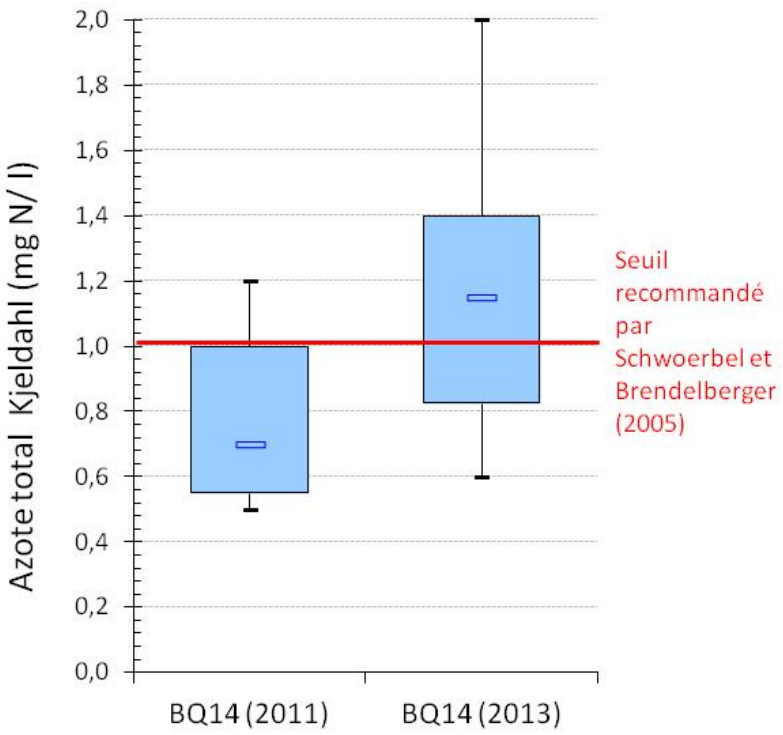


Figure 65 : Augmentation de la concentration en NTK à la station BQ14 (2011–2013).

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- Des valeurs élevées en PT persistent aux deux stations du bassin versant de la rivière Lorette, particulièrement en temps de pluie.
- Les dépassements en MES ont été observés aux deux stations en temps de pluie.
- La qualité bactériologique du ruisseau affluent de la rivière Lorette (P03RL) oscille entre « satisfaisante » et « très mauvaise ». À la station BQ14 la qualité de l'eau est « très mauvaise », et ce, en temps sec comme en temps de pluie, avec une plus forte contamination en temps de pluie.
    - À la station P03RL, des dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml sont observés dans 57 % des cas. Les sources n'ont pas été identifiées, mais des animaux d'élevage pourraient être en cause.
    - À la station BQ14, des dépassements des seuils de 200 UFC/100 ml et de 1000 UFC/100 ml sont observés respectivement dans 100 % et 64 % des cas. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus en 2011. 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 ont atteint 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 de l'eau de la rivière Lorette* (CBRSC, 2009) fait état de problèmes d'égouts pluviaux à L'Ancienne-Lorette. Ce rapport fait la lumière sur la contamination qui s'opère entre les stations P02RL et BQ14 (voir APEL, 2013). 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 fécale à cet endroit. Pour cette raison, la station P03RL a été ajoutée au suivi de l'APEL en 2013, de façon à obtenir des données sur un affluent de la rivière Lorette situé en amont de la station P02RL. Les résultats de la campagne de suivi de 2013 indiquent que, bien que cet affluent soit problématique, il n'explique pas toute la dégradation observée à la station P02RL. Néanmoins, l'ensemble du ruissellement du secteur de la rivière Lorette en amont de la station P02RL pourrait expliquer en grande partie cette dégradation, si l'on émet l'hypothèse que les eaux de ruissellement du bassin versant de la rivière Lorette sont représentatives de la qualité de l'eau à la station P03RL.

- Les concentrations en composés azotés augmentaient de manière significative entre les stations P02RL et BQ14 en 2011. En 2013, les valeurs à BQ14 sont toujours élevées. Le secteur problématique identifié par le Conseil de bassin de la rivière Saint-Charles (CBRSC) en 2009 est donc en cause.
- La conductivité doublait entre les stations P02RL et BQ14 en 2011. Cette même année, la conductivité était déjà élevée à la station P02RL, avec une moyenne de 246 µS/cm. Or, les valeurs de conductivité ne corrélaient pas avec les concentrations en ions chlorures (APEL, 2012). À la station P03RL, en 2013, la conductivité moyenne (173 µS/cm) ne semble pas non plus uniquement attribuable aux ions chlorures (13,4 mg/l).

4.8 Bassin versant de la rivière Saint-Charles

Le Tableau 21 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2013 dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles (d'amont en aval). Il inclut la justification de chaque station, ainsi qu'une brève description de leur localisation. Il est à noter que les stations en rouge sont celles où les composés azotés (NTK, azote ammoniacal et nitrites/nitrates) ont été analysés. Dans le tableau, les stations en *italique* correspondent aux stations témoins. Dans les figures qui suivent, les stations témoins ont été identifiées par un encadré.

Tableau 21 : Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles de l'amont vers l'aval.

Station (APEL)	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E04	Rivière Saint-Charles	Station témoin en aval du lac Saint-Charles. Connaître la qualité de l'eau du lac Saint-Charles.	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.
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.
BQ20	Rivière Saint-Charles	Station en aval de la confluence avec les rivières Lorette et du Berger (section de la rivière).	Boulevard Central.

Les Figure 67 à Figure 71 représentent les résultats de qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Seuls les paramètres ayant connu un ou plusieurs dépassements des valeurs seuils de l'IQBP y sont représentés.

Le Tableau 22 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles. La carte à la Figure 66 présente les stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Saint-Charles et la moyenne des concentrations de CF selon les classes proposées par le MDDEFP.

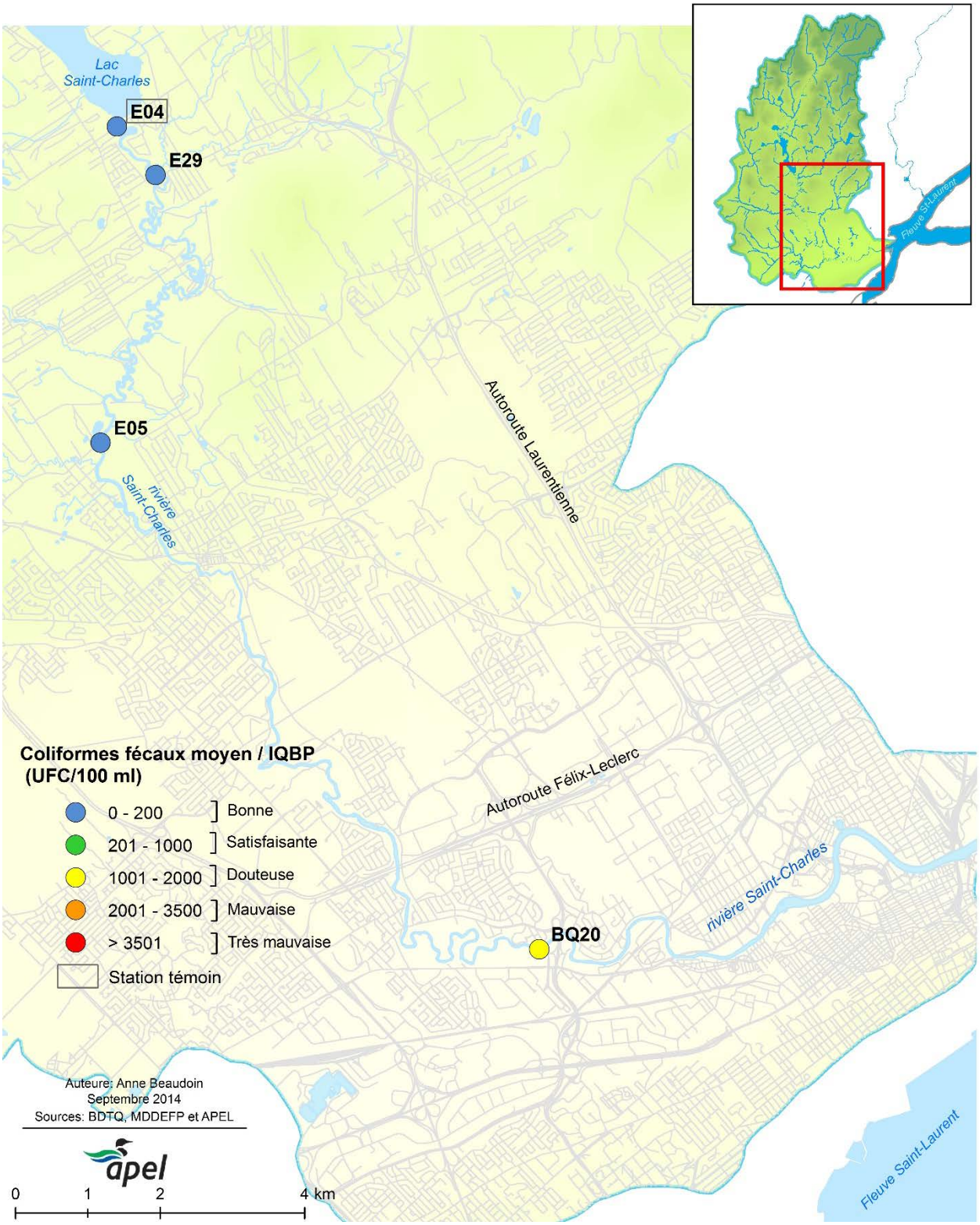


Figure 66 : Représentation des concentrations moyennes en CF mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013.

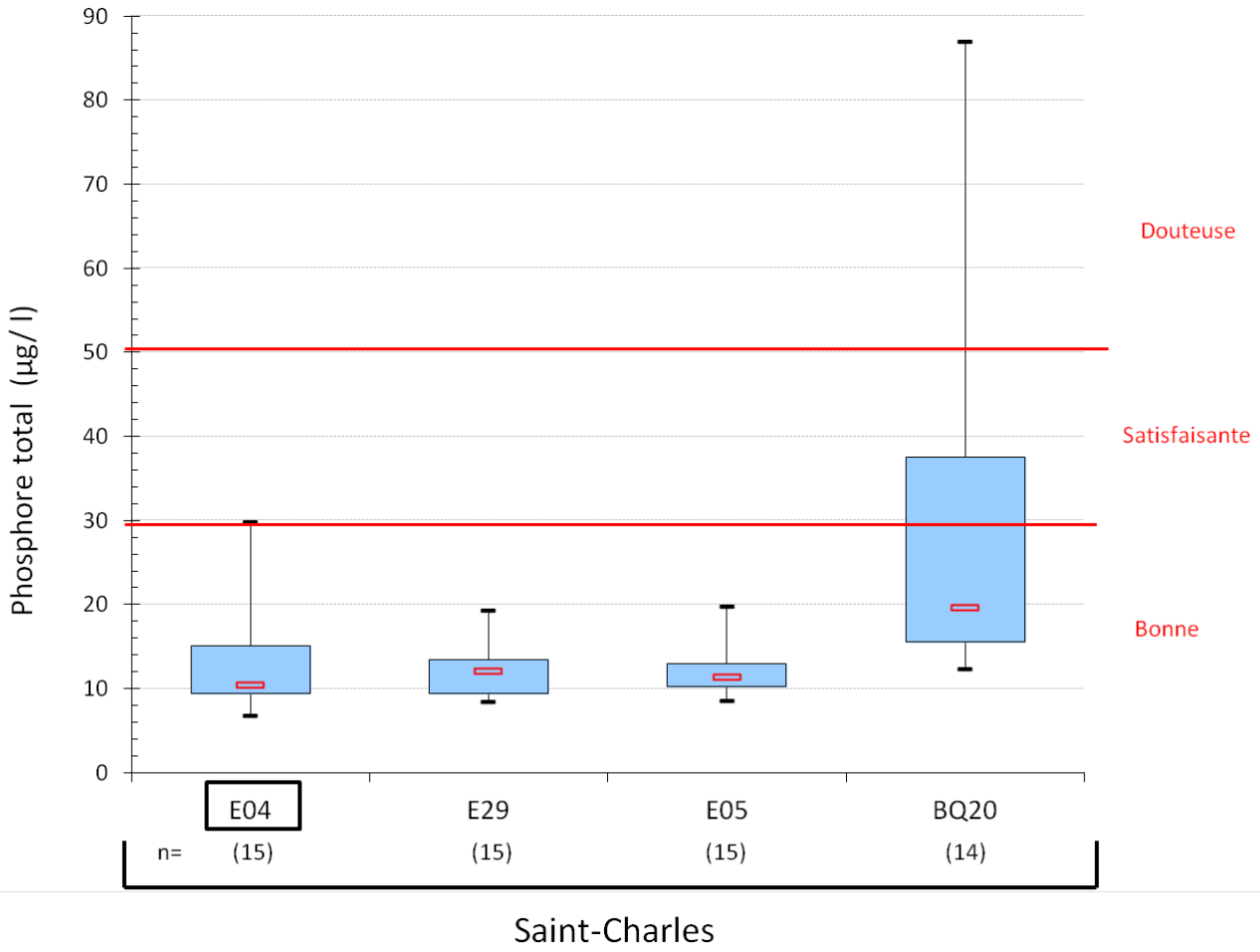


Figure 67 : Concentrations en PT mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013.

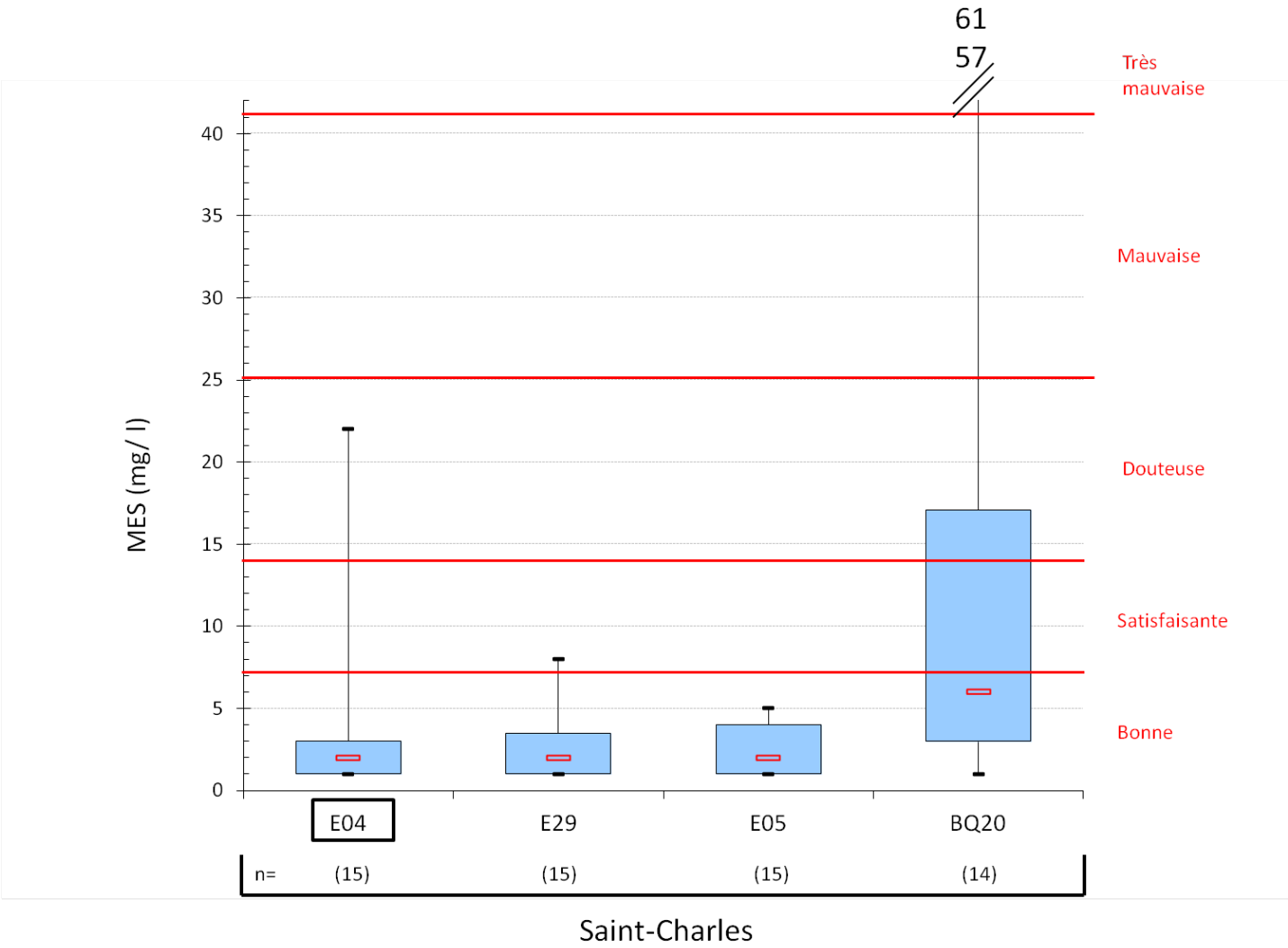


Figure 68 : Concentration en MES mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013.

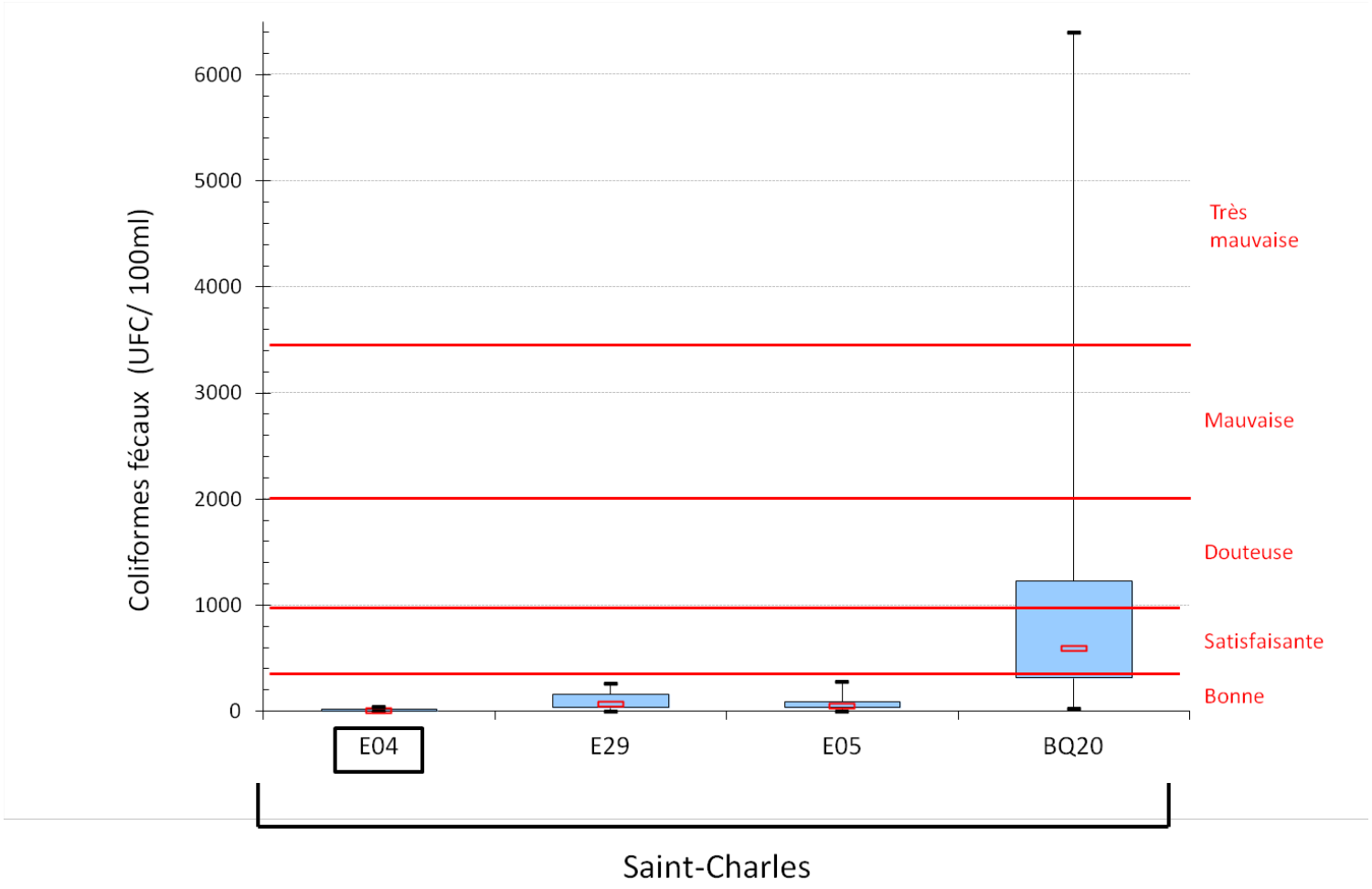


Figure 69 : Concentrations en CF mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013.

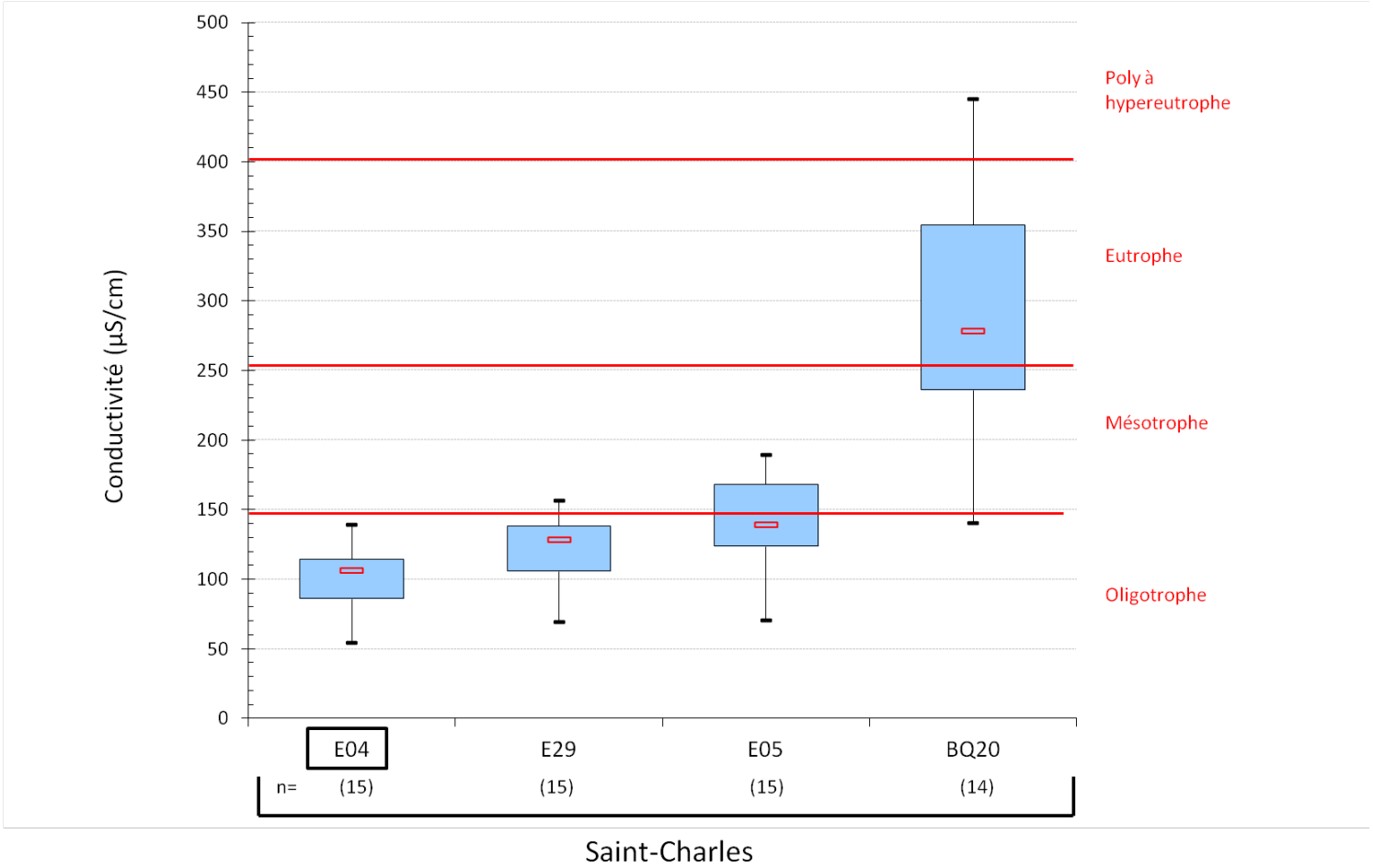


Figure 70 : Valeurs de conductivité mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013.

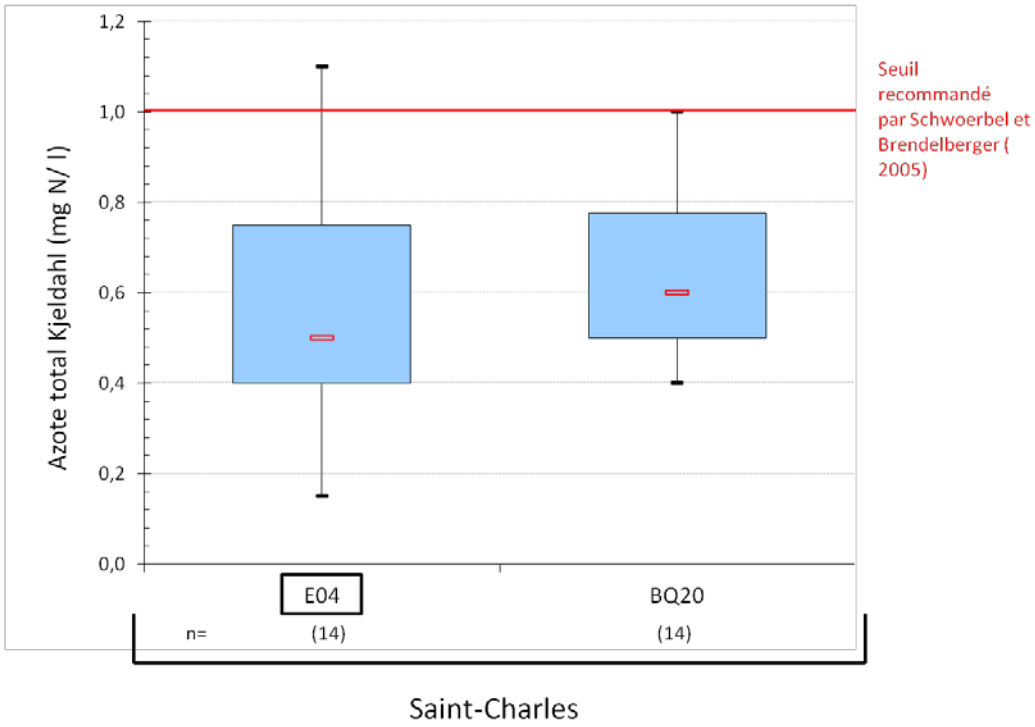


Figure 71 : Concentrations en NTK mesurées dans la rivière Saint-Charles en 2013.

Tableau 22 : Analyse détaillée des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013.

Station/cours d'eau	Paramètre(s)[10]	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications (événements, pluviométrie, etc.)	Conclusions générales
E04 **Saint-Charles**	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	23 juillet	**MES** : Dépassement par temps sec. **NTK** : Dépassement du 15 avril par temps sec, probablement associé à la période de fonte printanière. Dépassement du 12 juin par temps de pluie.	Les dépassements en MES ont eu lieu lors de la fin de la construction du barrage Cyrille-Delage. Cependant, les deux dépassements en NTK (1,1 mg/l) sont plutôt représentatifs des concentrations de NTK retrouvées dans le lac Saint-Charles (voir APEL [2014]; rapport à venir).
	NTK (> 1 mg/l)	n = 2/14	15 avril 12 juin		
E29 **Saint-Charles**	Aucun dépassement	n = 0/15		Un seul dépassement du seuil de 200 UFC/100 ml pour les **CF**, le 23 juillet.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». En dehors du dépassement du 3 juillet, tous les résultats des CF se trouvent en deçà du seuil de 200 UFC/100 ml.
E05 **Saint-Charles**	Aucun dépassement	n = 0/15		Un seul dépassement du seuil de 200 UFC/100 ml, le 27 juin.	Qualité de l'eau généralement « bonne ». Amélioration globale de la qualité bactériologique depuis 2008 (Figure 72).

[10] Les dépassements de la turbidité ne sont pas inclus. La relation entre la turbidité et les MES peut être vérifiée à la Figure 87 en annexe.

BQ20 **Saint-Charles**	PT (> 30 µg/l)	n = 4/14	17 avril 13 mai 26 juin 24 juillet	**PT** et **MES** : Tous les dépassements sont associés à des temps de pluie. La plus forte concentration pour les deux paramètres a été obtenue le 24 juillet, suite à de violents orages. **CF** : Dépassements associés à des événements de pluie. Les apports des rivières du Berger (BQ15) et Lorette (BQ14) y contribuent probablement aussi.	Qualité de l'eau généralement « satisfaisante » à « très mauvaise », surtout en ce qui concerne les CF. Il semble que les apports des rivières du Berger et Lorette affectent la qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles.
BQ20 **Saint-Charles**	MES (> 13 mg/l)	n = 4/14	17 avril 13 mai 26 juin 24 juillet	**PT** et **MES** : Tous les dépassements sont associés à des temps de pluie. La plus forte concentration pour les deux paramètres a été obtenue le 24 juillet, suite à de violents orages. **CF** : Dépassements associés à des événements de pluie. Les apports des rivières du Berger (BQ15) et Lorette (BQ14) y	Qualité de l'eau généralement « satisfaisante » à « très mauvaise », surtout en ce qui concerne les CF. Il semble que les apports des rivières du Berger et Lorette affectent la qualité de l'eau de la rivière Saint-Charles.
	CF (> 1000 UFC/100 ml)	n = 4/14	11 juillet 24 juillet 4 sept. 21 octobre		Qualité de l'eau généralement « satisfaisante » à « douteuse », surtout en ce qui concerne les CF.
	PT (> 30 µg/l)	n = 1/12	14 janvier		100 % des échantillons dépassent le seuil de 200 UFC/100 ml.

	contribuent probablement aussi. **Note :** *Les contextes ne sont pas disponibles; analyse basée sur la pluviométrie.* **PT** et **MES** : Dépassements associés à des épisodes de pluie. Un redoux accompagné de pluies importantes explique les dépassements du 14 janvier. **CF** : Les dépassements du 12 août, 9 septembre, 15 octobre et 11 novembre se sont produits par temps sec.	

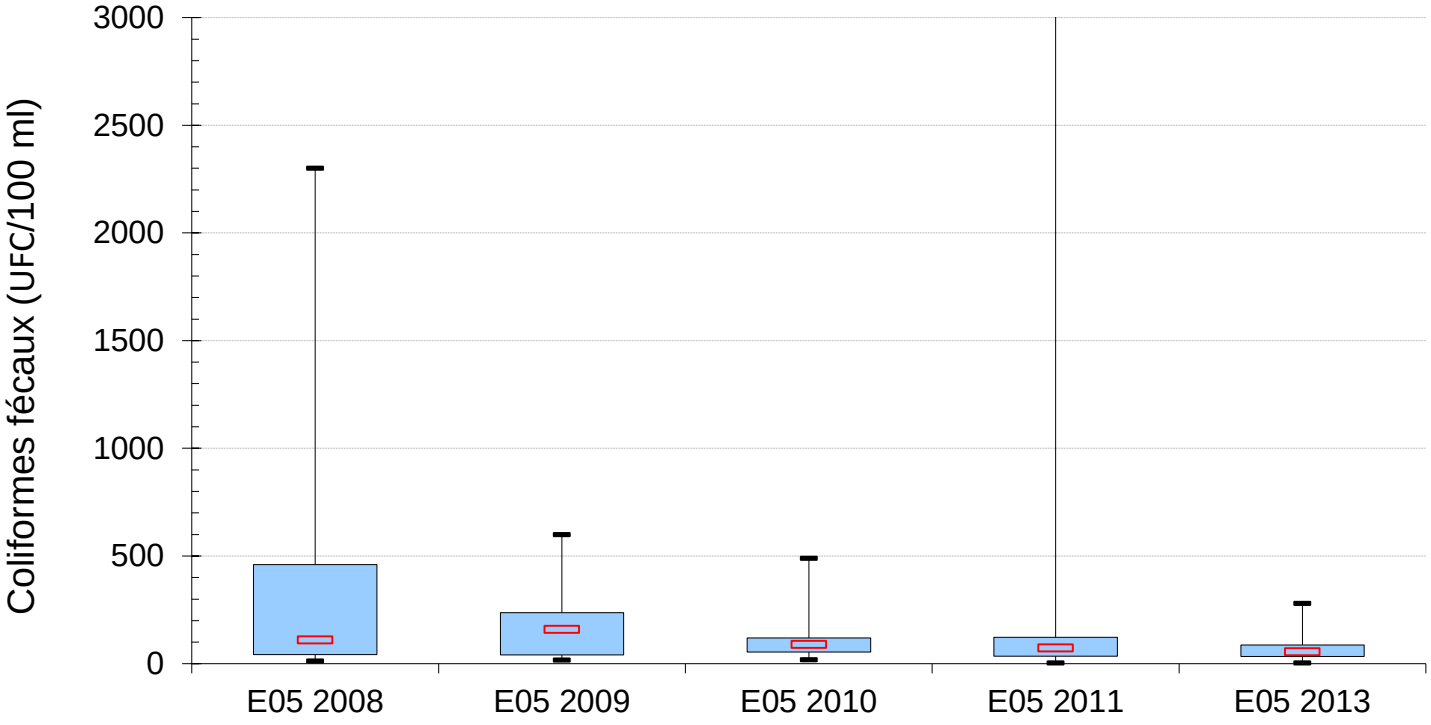


Figure 72 : Amélioration globale de la qualité bactériologique de l'eau à la station E05 (rivière Saint-Charles en amont de Château-d'Eau) depuis 2008.

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

Les résultats des analyses démontrent que :

- En 2013, les concentrations en PT de la rivière Saint-Charles étaient globalement plus basses qu'en 2011, soit toujours sous le seuil de 20 µg/l aux stations E04, E29 et E05. À la station E04, un échantillon a exceptionnellement dépassé les 30 µg/l, probablement en raison des travaux de construction du barrage Cyrille-Delage. En aval de Château-d'Eau, c'est la station BQ20 qui affiche les valeurs de PT les plus élevées, et les dépassements sont majoritairement associés à des temps de pluie. Dans l'ensemble, les valeurs de PT plus basses en 2013 sont possiblement attribuables en partie à la pluviométrie.
- Concernant les MES :
    - À la station E04, un seul dépassement du seuil, attribuable aux travaux de construction du barrage Cyrille-Delage.
    - Aucun dépassement observé aux stations E29 et E05.
    - Comme en 2011, dépassements plus fréquents à la station BQ20. Ils semblent être associés, entre autres, à la fonte des neiges, à des événements de pluie et à des apports en provenance 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. En fait, la valeur la plus élevée a été de 45 UFC/100 ml.
    - À la station E29, un seul dépassement de 200 UFC/100 ml a été observé par temps sec.
    - À la station E05, un seul dépassement du seuil de 200 UFC/100 ml a été observé, lors d'une pluie. Ainsi, l'amélioration constatée depuis 2007 se maintient (Figure 72) (APEL, 2011; APEL, 2012).
    - C'est à partir de la station en aval de la confluence des rivières du Berger et Lorette qu'une dégradation significative peut être observée (BQ20).
- Les concentrations à la station E04, deux dépassements du seuil de 1 mg/l ont été observés, soit le 15 avril et le 12 juin.
- La conductivité connaît une progression entre l'amont et l'aval de la rivière Saint-Charles. Une nette augmentation peut être observée entre les stations E05 et BQ20.
- Les valeurs du pH restent dans la catégorie « bonne », mais un gradient de pH peut être observé de l'amont vers l'aval. En effet, on passe d'une moyenne de pH 7,5 à la station E04 à une moyenne de 7,8 à BQ20. Il est à noter que le pH à la station E04 était de 7,0 en 2011.

5 Conclusions et recommandations

En 2013, l'APEL procédait à la deuxième campagne d'échantillonnage de son programme de suivi bisannuel des cours d'eau du bassin versant de la rivière Saint-Charles, faisant suite au premier suivi réalisé en 2011. Ce suivi long terme avait été instauré suite à l'*Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles* (APEL 2009). La grande majorité des stations visitées ont donc été les mêmes depuis 2007. Or, le réseau des stations, le nombre de paramètres et le nombre de visites ont été augmentées depuis 2011. En 2013, les stations visitées ont été identiques à celles visitées en 2011, à l'exception de deux stations sur la rivière Hibou et d'une station sur la rivière Lorette qui ont respectivement été remplacées par deux stations sur la rivière des Trois Petits Lacs et une station sur un affluent (sans toponyme) de la rivière Lorette en 2013. De plus, étant donné la construction d'un nouveau développement domiciliaire dans le secteur de la rivière Hibou, deux stations ont été visitées ponctuellement sur cette rivière afin de documenter l'impact des travaux sur la qualité de l'eau.

Dans l'ensemble, les résultats de qualité de l'eau obtenus en 2013, résumés ci-après par sous-bassin, sont cohérents avec ceux récoltés depuis 2007. Quelques détériorations ponctuelles ont néanmoins été constatées, particulièrement dans les zones affectées par des développements résidentiels (source d'érosion), par des sels de voirie, par des dépôts de neige (secteur de Val-Bélair, notamment) et par la mise en service d'un nouveau tronçon de l'autoroute 73 (rivière Noire).

Parmi les autres faits saillants de la campagne de suivi 2013, il convient de souligner que les valeurs de conductivité mesurées dans l'ensemble du bassin versant de la rivière Saint-Charles continuent de dénoter une augmentation certaine de la charge ionique, en grande partie d'origine anthropique, de l'amont vers l'aval.

Malgré tout, 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 d'égouts défectueux, ainsi qu'à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports du suivi des rivières ont été fructueux.

5.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

La mise en service d'un nouveau tronçon de l'autoroute 73 a eu un impact certain sur la conductivité mesurée dans la rivière Noire. De plus, la rivière Hibou a été affectée par les travaux de construction du nouveau développement domiciliaire des Grands Ducs, ce qui a entraîné une augmentation généralisée de la turbidité et des MES (temps sec et temps de pluie sans distinction).

Tout comme en 2011, on continue d'observer une problématique de contamination fécale en aval de la station E10 (rivière des Hurons), dont les effets se font sentir aux stations E51 et E07 en aval. Or, en 2013 une contamination fécale a été observée également à la station E08 de la rivière Hibou. On note également, à cette dernière station, une augmentation des valeurs de NTK par rapport à 2011.

En 2011, la rivière des Trois Petits Lacs présentait, à la station E09, des concentrations en composés azotés plus élevées que les autres rivières du bassin versant. Pour cette raison, deux stations ont été

ajoutées en amont de la rivière en 2013. Les résultats révèlent qu'il y a effectivement une contamination par le NTK qui s'opère en aval des Trois Petits Lacs, contamination déjà mesurable à la station E15.

La station d'épuration des eaux de la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury respecte les normes du MDDEP en vigueur en 2011 pour des usines existantes en ce qui a trait au PT. Les taux de composés azotés restent cependant élevés.

5.2 Bassin versant du lac Delage

Le niveau d'eau élevé du lac Saint-Charles au cours de l'été 2013 a causé, le 3 septembre, un écoulement inverse vers le lac Delage. Lorsque ce type de reflux se produit, le lac Delage semble s'enrichir momentanément et anormalement en PT et en CF, ce qui laisse à penser que la station d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage peut avoir une certaine influence sur la qualité de l'eau dans ce secteur. Ce constat avait déjà été fait en 2011 et en 2012. La station d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage respecte néanmoins les normes du MDDEP en vigueur en 2011 pour des usines en amont d'un lac prioritaire. Notons que la moyenne de NTK à cette station en 2013 était de 3,65 mg/l comparativement à 12,1 mg/l à la station d'épuration de la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury.

5.3 Bassin versant de la rivière Nelson

La qualité bactériologique de la rivière Nelson continue à s'améliorer depuis 2007. Les travaux correctifs au niveau de plusieurs égouts croisés dans le secteur de Val-Bélair ont contribué à cette amélioration, bien qu'il reste au moins un branchement inadéquat à corriger en amont du ruisseau Savard.

Malheureusement, la densification résidentielle, le développement du réseau routier, ainsi que le tassement de la neige souillée vers la rivière Nelson semblent continuer de participer à l'augmentation de la conductivité dans le secteur de Val-Bélair.

5.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Une enquête approfondie a été réalisée sur la rivière Jaune en 2013. Cette enquête a permis d'identifier plusieurs sources d'une contamination fécale qui était détectée aux stations E03 et E28 de façon répétée depuis plusieurs années. Ces sources potentielles sont des événements de surverse, des installations septiques non conformes ou inefficaces (APEL, 2014), ainsi que l'accumulation d'eau souillée dans le réseau d'égout pluvial en temps sec et ensuite libérée en temps de pluie. La conductivité du ruisseau du Valet est plus élevée que dans d'autres ruisseaux de ce bassin, ce qui peut être attribuable à la contamination du lac Clément par les sels de voirie en amont (APEL, 2013). Les dépassements en MES observés aux stations de la rivière Jaune ont eu lieu au printemps seulement et ont été attribués au lessivage des abrasifs (sables) hivernaux résiduels.

5.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

La qualité de l'eau à la station REF01 semble également s'être améliorée depuis l'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches réalisée en 2010 (APEL, 2010).

5.6 Bassin versant de la rivière du Berger

La contamination fécale de la rivière du Berger a diminué entre 2013 et 2011, notamment aux stations P07RB et P03RB en ce qui a trait aux concentrations extrêmes en CF. Néanmoins, les dépassements du seuil de 200 UFC/100 ml sont assez constants. Cette contamination se voit accentuée par les apports du ruisseau des Commissaires. La contamination maximale a été mesurée en aval du ruisseau, à la station BQ15. Il est à noter que la qualité de l'eau à la station P06RB en amont est excellente. La rapidité de la dégradation amont-aval est remarquable et les dépassements ont lieu en temps sec comme en temps de pluie.

5.7 Bassin versant de la rivière Lorette

La très mauvaise qualité de l'eau à la station BQ14 est reliée à des problèmes de gestion des eaux usées dans le secteur de L'Ancienne-Lorette (CBRSC, 2009; APEL, 2012). Or, les échantillons prélevés dans l'affluent sans toponyme (station P03RL) ont également présenté d'importants dépassements en CF, PT, MES et NTK par temps de pluie. Ces résultats semblent donc confirmer que la contamination de la rivière Lorette en amont du secteur de L'Ancienne-Lorette, observée en 2011 à la station P02RL (APEL, 2012), provient des divers affluents qui drainent un secteur agricole et résidentiel (sur installations septiques) du bassin versant de la rivière Lorette.

5.8 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 constatée à la station E05 en 2011 (APEL, 2012) se poursuit en 2013. En aval de la prise d'eau potable, la qualité de l'eau se détériore graduellement, particulièrement après la confluence avec les rivières Lorette et du Berger.

Tableau 23 : Recommandations issues du suivi des rivières du bassin versant de la Saint-Charles en 2013.

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
HAUT-BASSIN		
Bassin versant de la rivière des Hurons		
Augmentation marquée de la conductivité causée par l'utilisation de sels de voirie depuis la mise en service du nouveau tronçon de l'autoroute 73.	P07RH P06RH E11	Évaluer des mesures de réduction et d'optimisation de l'entretien hivernal de l'autoroute 73 dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles (voir aussi APEL [2012] où il est fait mention des diverses études de cas concernant la réduction de l'utilisation des sels de voirie au Québec). Poursuivre le suivi des sels de voirie lors des campagnes d'échantillonnages du lac Saint-Charles et des rivières du bassin versant.
Indices d'une contamination de la rivière des Hurons par des installations septiques. **Hypothèse d'un déversement des eaux usées du Camping Stoneham dans la rivière des Hurons le 25 juin 2013.**	E10 E12 E51 E07	Informer la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury des résultats. Appuyer leurs démarches correctives.
Érosion importante lors des travaux associés au développement des Grands Ducs près de la rivière Hibou.	E13 E08	Informer la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury et le MDDEFP des résultats. Mieux encadrer le développement, bonifier la règlementation existante et former et sensibiliser les inspecteurs municipaux.
Contamination fécale observée dans la rivière Hibou (détectée pour la première fois en 2013). **Une augmentation des nitrites/nitrates a également été mesurée à la station E08.**	E08	Informer la municipalité des cantons unis de Stoneham-et-Tewkesbury et vérifier si ces dépassements sont associés à des bris du réseau d'égout ou à des événements de surverse.
Les charges de PT et de MES arrivant au lac par la rivière des Hurons ont été moins élevées en 2013 qu'en 2011 (précipitations plus faibles et fin de la construction de l'autoroute 73). Néanmoins, la charge reste élevée. **Une augmentation de 30 % de la conductivité a également été observée.**	E01	Localiser les zones d'érosion des rives de la rivière des Hurons entre les stations E07 et E01. Évaluer si des travaux de stabilisation peuvent être entrepris. Encadrer davantage le développement dans le bassin versant. Évaluer les possibilités de réduire l'utilisation des sels de voirie dans le

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
		bassin versant.
En 2011, la rivière des Trois Petits Lacs présentait, à la station E09, des valeurs en composés azotés plus élevées que les autres rivières du bassin versant, possiblement en raison d'activités agricoles et/ou de barrages de castor dans ce secteur. En 2013, ces valeurs ont encore augmenté à la station E09. Deux stations d'échantillonnage ont été ajoutées en amont afin de vérifier la section des apports. Il s'avère que l'enrichissement se produit entre la station en aval des Trois Petits Lacs (E14) et la station E15 au pont 1847 sur l'avenue Tewkesbury pour l'azote ammoniacal et entre les stations E15 et E09 pour les nitrites/nitrates.	E09 E14 E15	Réaliser une enquête de terrain afin de vérifier les sources potentielles : carrières et sablières, activités agricoles, castors, anciens dépotoirs (sites d'enfouissement), etc.
La station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury répond généralement aux normes présentement en vigueur. Un dépassement du seuil de 25 mg/l en MES a été observé. Cependant, les valeurs de PT et de composés azotés dépassent les seuils recommandés pour la protection des lacs et des rivières et sont plus élevées que celles de la station de la Ville de Lac-Delage. **Moyenne de PT : 442,13 µg/l** **Moyenne de NTK : 12,11 mg/l** **Moyenne des nitrites/nitrates : 3,6 mg/l** **Moyenne d'azote ammoniacal : 10,06 mg/l**	E55	Informer la Municipalité et le MDDEFP des résultats du PT et des composés azotés. Évaluer la possibilité de fournir un soutien technique à l'opérateur de la station afin d'améliorer les performances environnementales. Perfectionner les installations et améliorer les performances de la station d'épuration. Continuer le suivi de l'effluent.
Bassin versant du lac Delage		
La station d'épuration des eaux usées de la Ville de Lac-Delage répond généralement aux normes présentement en vigueur. Un dépassement du seuil de 25 mg/l en MES a été observé. **Autrement, une baisse de la médiane en NTK depuis 2011 est constatée. Une baisse de la concentration moyenne en PT depuis 2012 a également été observée (APEL, 2014). Or, des travaux de réfection à la station ont probablement affecté la performance en ce qui a trait au PT en 2012.** **Moyenne de PT : 326,73 µg/l** **Moyenne de NTK : 3,65 mg/l**	E54	Informer la Ville de Lac-Delage et le MDDEFP des résultats du PT et des composés azotés. Évaluer la possibilité de fournir un soutien technique à l'opérateur de la station afin d'améliorer les performances environnementales. Perfectionner les installations et améliorer les performances de la station d'épuration. Continuer le suivi de l'effluent.

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
Moyenne des nitrites/nitrates : 3,5 mg/l **Moyenne de l'azote ammoniacal : 2,51 mg/l**		
Le lac Delage a ponctuellement subi un enrichissement en PT par le lac Saint-Charles lorsque le niveau d'eau de ce dernier était élevé. **On note également une augmentation des CF et des composés azotés lorsque le débit est inversé. Ceci est probablement attribuable aux rejets de la station de traitement des eaux usées de la Ville de Lac-Delage.**	E02	Puisqu'un contrôle du niveau d'eau n'est pas toujours possible, les efforts pour diminuer les rejets de la station de Lac-Delage doivent être poursuivis.
Bassin versant de la rivière Jaune		
La contamination fécale persiste aux stations E03 et E58 en temps de pluie et en temps sec (notamment des dépassements du seuil pour la baignade de 200 UFC/100 ml).	E58 E03	Informer la Municipalité de Lac-Beauport des résultats.
La contamination fécale persiste à la station E28, souvent synchroniquement avec les stations E58 et E03. L'enquête sur les sources de contamination de la rivière Jaune réalisée en 2013 a révélé plusieurs sources de contamination fécale : des installations septiques non conformes, des débordements du réseau sanitaire, le lessivage d'eaux stagnantes et concentrées lors de pluies et, possiblement, des branchements croisés.	E28	Suivre les recommandations de l'enquête sur la rivière Jaune (APEL, 2014).
La conductivité du ruisseau du Valet est élevée.	E24	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2011) et le rapport sur le lac Clément (APEL, 2012) et appliquer des mesures correctrices.
Bassin versant de la rivière Nelson		
Une augmentation de la conductivité par rapport à 2011 peut être observée à toutes les stations du bassin versant de la rivière Nelson. Cette augmentation est probablement en partie due au tassement de neige souillée dans les plans d'eau ainsi qu'à l'urbanisation croissante.	E33 E34 E57 P02RN E35 E06	Sensibiliser les opérateurs des véhicules de déneigement municipaux et privés quant à la vulnérabilité des cours d'eau aux sels de voirie et aux abrasifs et sables utilisés pour l'entretien hivernal. Évaluer des mesures de réduction et d'optimisation de l'entretien hivernal dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles (voir aussi APEL [2012] où il est fait mention des diverses études de cas concernant la

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
		réduction de l'utilisation des sels de voirie au Québec).
Contamination ponctuelle du ruisseau Savard par des CF attribuable à un égout croisé dans le secteur de Val-Bélair. **Notons que, globalement, une amélioration de la qualité bactériologique du ruisseau Savard et de la rivière Nelson a été observée.**	P02RN	Les mesures correctrices sont en cours (Ville de Québec).
Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches		
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.
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.
BAS-BASSIN		
Bassin versant de la rivière du Berger		
Détérioration généralisée de la qualité de l'eau pour tous les paramètres de l'amont vers l'aval (surtout concernant les CF). **De manière générale, la contamination en CF a diminué entre 2013 et 2011. Néanmoins, elle est constante. Compte tenu de la proximité entre les habitations/terrains privés et les cours d'eau et du fait que plusieurs riverains admettent patauger dans les cours d'eau en été, il serait important de viser à améliorer la qualité de l'eau.**	P07RB P03RB P02RB P04RB BQ15	Vérifier s'il y a des branchements croisés dans les secteurs associés à ces stations. Poursuivre l'enquête en cours sur le ruisseau des Commissaires et la rivière du Berger. Apporter les correctifs nécessaires au réseau d'égouts pour améliorer la qualité bactériologique. Sensibiliser la population à l'insalubrité de l'eau pour la baignade. Sensibiliser la population à l'importance de ramasser les fèces d'animaux (notamment des chiens).
Bassin versant de la rivière Lorette		
Détérioration généralisée de la qualité de l'eau (surtout concernant les CF). **Notons que la contamination de la rivière Lorette se produit déjà bien en amont du secteur de la Ville de L'Ancienne-Lorette (qui, par contre, y contribue).**	P03RL 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. Enquêter sur les sources de contamination en amont de la Ville de

Observations/Contaminations	Stations	Recommandations
		L'Ancienne-Lorette.
Rivière Saint-Charles en aval de la prise d'eau		
Détérioration généralisée de la qualité de l'eau (surtout concernant les CF).	BQ20	Voir rivières du Berger et Lorette.

6 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 (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 (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.

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 (2013) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination de la rivière Jaune*, Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 46 pages.

APEL (2014) *Diagnose du lac Saint-Charles, rapport final.* Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, 519 pages.

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.

ENVIRONNEMENT CANADA (2013) *Le sol et l'eau.* Page consultée le 25 juin 2014. https://www.ec.gc.ca/air/default.asp?lang=Fr&n=789667A5-1

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

MDDEFP (2014) *Critères de qualité de l'eau de surface.* Page consulté le 15 mars 2014. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp

MDDELCC (2014) *Réduction d phosphore dans les rejets d'eaux usées d'origine domestique.* Page consultée le 10 juillet 2014. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm

MDDELCC (2014) Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales. Page consulté le 24 avril 2014. http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/index.htm

MDDEP (2002) *Critères de qualité de l'eau de surface*. Page consultée le 27 avril 2009. 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.

Québec (2014) *Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées.* Page consulté le 15 mars 2014. http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R34_1. HTM

Ville de Québec (2014) *Évolution de la concentration en ions chlorures à Château d'eau entre 1977 et 2012.*

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

7 Annexes

7.1 Laboratoires et appareils utilisés en 2007–2010

Tableau 24 : Laboratoires et appareils utilisés pour les suivis de qualité de l'eau de 2007 à 2010.

Paramètres	Année	Laboratoires et appareils utilisés
Température	2007	Sonde HI 98127
	2008 2009 2010	Sonde multiparamètres HI 9828
pH	2007	Sonde HI 98127
	2008 2009 2010	Sonde multiparamètres HI 9828
Conductivité	2007	Sonde HI 98311
	2008 2009 2010	Sonde multiparamètres HI 9828
Oxygène dissous	2008	Sonde multiparamètres 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

7.2 Méthodes en laboratoire 2011 - 2013

Tableau 25: Résumé des méthodes analytiques utilisées dans les laboratoires de la Ville de Québec dans le cadre du projet de suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière et du lac Saint-Charles (Campagnes 2011 et 2013)

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Azote ammonical	ILQ-NH3-AA/SE§	L'échantillon est distillé dans un premier temps en milieu alcalin (pH > 12) pour libérer l'ion ammonium sous forme d'ammoniac gazeux. Ce dernier est récupéré dans une solution d'acide sulfurique. L'ion ammonium contenu dans le distillat est analysé au moyen d'un analyseur automatisé par colorimétrie; l'ammoniac réagit avec le salicylate de sodium et l'hypochlorite de sodium en milieu basique tamponné (pH 12.8-13), en présence de nitroferricyanure de sodium, pour former un complexe analogue à l'indophénol bleu. La couleur bleu-verte produite est mesurée à 660 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	La plupart des interférences sont retirées par le processus de distillation.	0.1 mg N/l	Domaine 42

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Azote NTK	ILQ-NTK-AA/SE§	Dans un premier temps, l'échantillon est digéré en milieu fortement acide pour hydrolyser l'azote organique et favoriser la transformation en ion ammonium. La liqueur de digestion est constituée d'acide sulfurique, de sulfate de potassium et de sulfate de cuivre (utilisés comme catalyseur). L'échantillon est distillé par la suite en milieu alcalin (pH > 12) pour libérer l'ion ammonium sous forme d'ammoniac gazeux. Ce dernier est récupéré dans une solution d'acide sulfurique. L'ion ammonium contenu dans le distillat est analysé au moyen d'un analyseur automatisé par colorimétrie; l'ammoniac réagit avec le salicylate de sodium et l'hypochlorite de sodium en milieu basique tamponné (pH 12.8-13), en présence de nitroferricyanure de sodium, pour former un complexe analogue à l'indophénol bleu. La couleur bleuverte produite est mesurée à 660 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	La plupart des interférences sont retirées par le processus de distillation.	0.3 mg N/l	Domaine 42

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Chlorures	ILQ-Chlorures-AA/SE§	Analyse basée sur la substitution du chlorure présent dans l'échantillon au groupement thiocyanate dans la molécule du réactif (thiocyanate de mercure). Les ions thiocyanate libérés réagissent avec des ions ferriques pour former un complexe coloré [Fe(SCN)]2+. La concentration de complexe formée est directement proportionnelle à la concentration en chlorure présent dans l'échantillon. L'absorbance de ce complexe est mesurée à 480 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	A priori, il n'y a pas d'interférence significative à cette méthode. Toutefois, il est fortement recommandé de filtrer les échantillons turbides avant l'analyse.	2 mg/l	Domaine 60

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Matières en suspension	ILQ-MES/SE§	Une portion de l'échantillon est filtrée à travers un filtre Whatman 934-AH préalablement conditionné (lavé, séché à 105 °C et pesé). Lorsque la filtration est terminée, le filtre et le résidu piégé sur le filtre sont séchés à 105 °C puis repesés. La quantité de matières en suspension (MES) est obtenue en faisant la différence des poids. Pour déterminer le taux de matières en suspension volatiles (MESV), le filtre et le résidu sec sont placés dans un four à moufle réglé à 550 °C pendant 2 heures. Le taux de MESV s'obtient en faisant la différence entre le poids à 550 °C et celui à 105 °C.	Les échantillons contenant plusieurs phases sont sujets à des erreurs de mesure. La présence de résidu hygroscopique peut induire des biais positifs.	2 mg/l	Domaine 41

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Nitrites-Nitrates	ILQ-NO2+NO3-AA/SE§	Les ions nitrate présents dans l'échantillon sont réduits en ions nitrite lors de leur passage dans une micro-colonne de cadmium granulaire. Les ions nitrite réagissent en milieu acide avec le sulfanilamide et le produit de la réaction est couplé en milieu acide avec le N-(1-naphthyl) éthylènediamine pour former un complexe azonium de couleur rosée. La couleur rose produite est mesurée à 520 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	La turbidité et les matières en suspension peut restreindre le débit dans la colonne de réduction. Des concentrations élevées en fer, en cuivre et autres métaux réduisent l'efficacité de la réaction. Les huiles et les graisses peuvent recouvrir la surface du cadmium et nuire à la réduction des nitrates en nitrites. La présence de chlore résiduel peut interférer en oxydant le cadmium. Les échantillons contenant du sulfure ne peuvent être analysés par cette méthode. Les sulfures doivent être préalablement enlevés par précipitation avec des sels de cadmium.	0.03 mg N/l	Domaine 21

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Phosphore total	ILQ-Ptotal-AA/SE§	L'échantillon est d'abord digéré en milieu acide (acide sulfurique et persulfate de potassium) afin d'hydrolyser les formes complexes du phosphore et les transformer en ions orthophosphates. Par la suite, les ions orthophosphates réagissent en milieu acide avec le molybdate d'ammonium et le tartrate d'antimoine et de potassium pour former l'acide phosphomolybdique. L'acide phosphomolybdique réagit par la suite avec l'acide ascorbique pour former le bleu de molybdène. L'intensité de la couleur est mesurée par spectrophotométrie et est directement proportionnelle à la teneur en ions orthophosphates dans l'échantillon. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.	Les ions arséniates (à des teneurs de l'ordre de 0,1 mg/l et plus) réagissent avec le réactif de molybdate pour former une coloration semblable à celle produite par l'ion orthophosphate. Le chrome hexavalent et les nitrites interfèrent négativement pour des concentrations aussi faibles que 1 mg/l. Des concentrations aussi élevées que 50 mg/l de Fe3+, 10 mg/l de Cu et 10 mg/l de SiO2 peuvent être tolérées. Des concentrations plus élevées en silicate causent une interférence positive.	4 ug P/l	non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférence	LDM	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Microbiologie	Coliformes fécaux	MLQ-Coli fécaux/CA§	Différents volumes de l'échantillon sont filtrés sur une membrane stérile de porosité 0,45 µm. Les membranes filtrantes sont ensuites transférées sur des boîtes de Pétri contenant de la gélose m-Fc. Les boîtes de gélose sont ensuite incubées à 44,5 °C ± 0,2 °C pendant 24 heures ± 2 heures. Les colonies typiques bleues foncées sont dénombrées après la période d'incubation, les calculs sont effectués et les résultats sont exprimés en UFC/100 ml, où UFC signifie unité formant des colonies.	La présence de matière en suspension en grande quantité peut colmater les membranes filtrantes et ainsi augmenter la limite inférieure de quantification.	0 UFC/100 ml ou selon les spécifications du projet.	Domaine 30

7.3 Pluviométrie, dates d'échantillonnage et stations associées

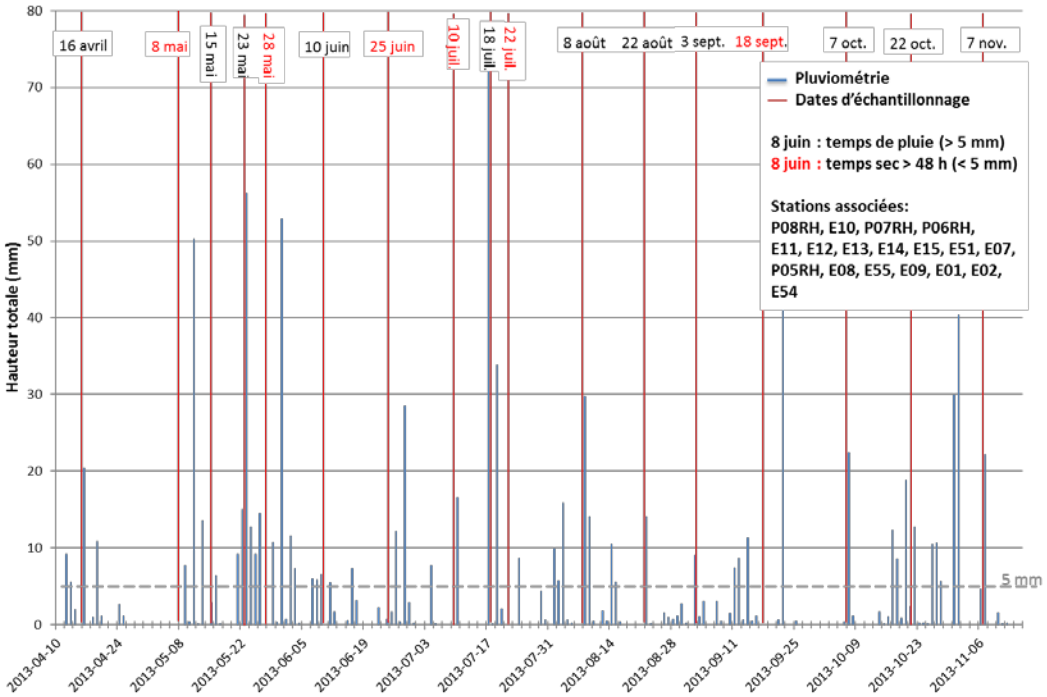


Figure 73 : Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2013.[11]

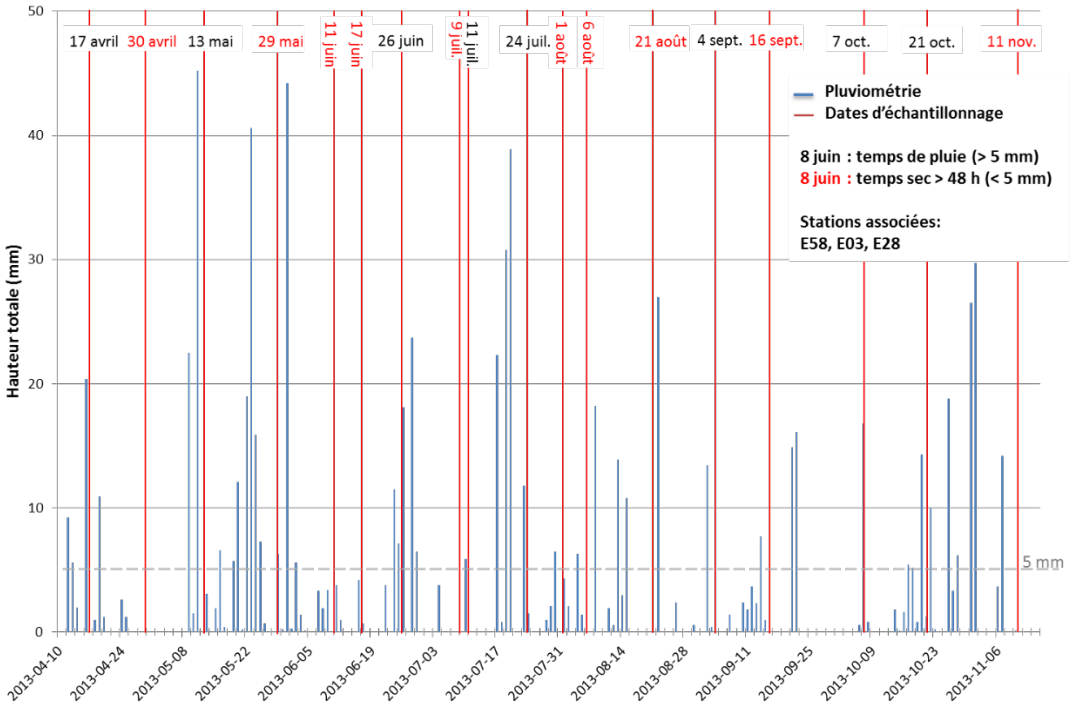


Figure 74 : Pluviométrie à la station U925, bassin de la rivière Jaune, en 2013.[12]

[11] Les données du 12 avril au 8 mai 2013 proviennent d'Environnement Canada.

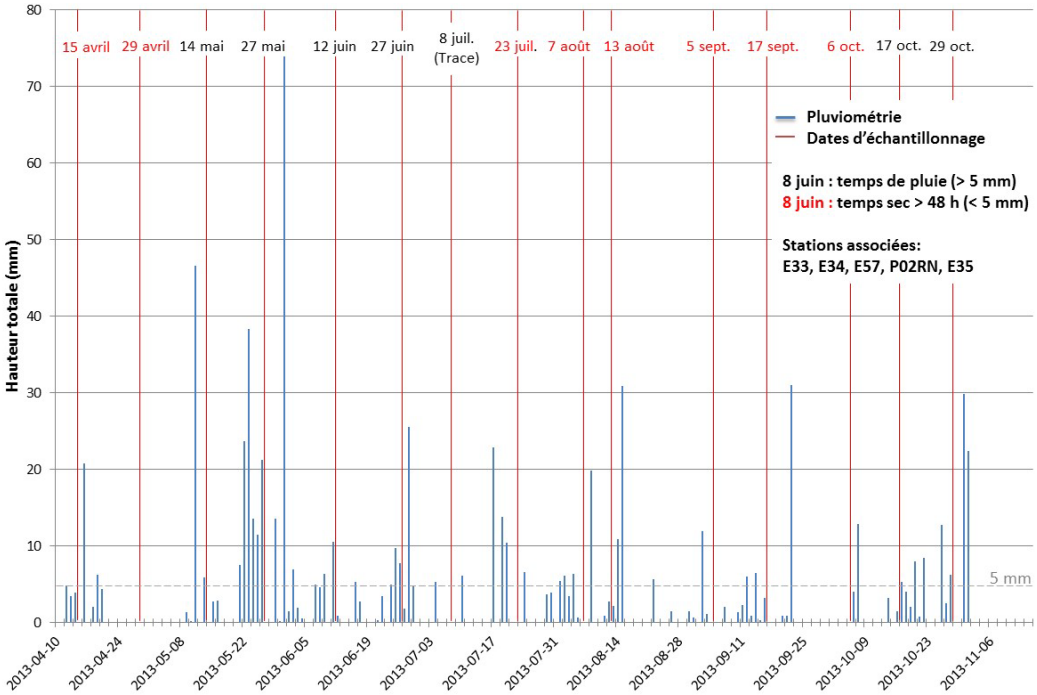


Figure 75 : Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2013.[13]

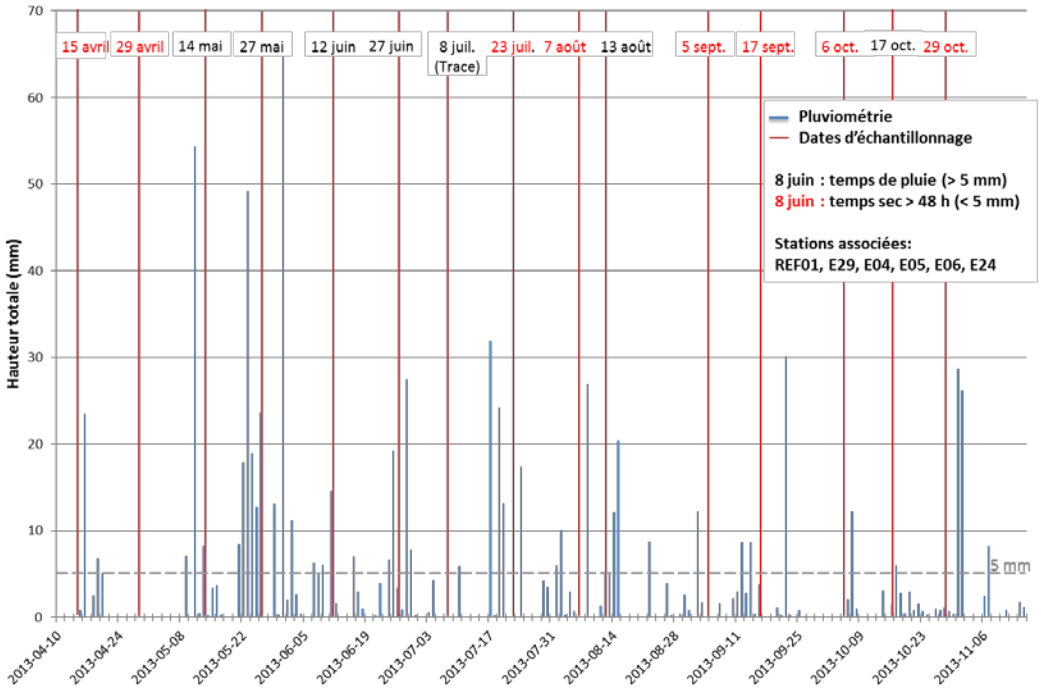


Figure 76 : Pluviométrie à la station U901, poste Montchâtel, en 2013.

[12] Les données du 12 avril au 20 mai et du 13 juin au 5 octobre 2013 proviennent d'Environnement Canada.

[13] Les données du 3 octobre au 5 novembre 2013 proviennent d'Environnement Canada.

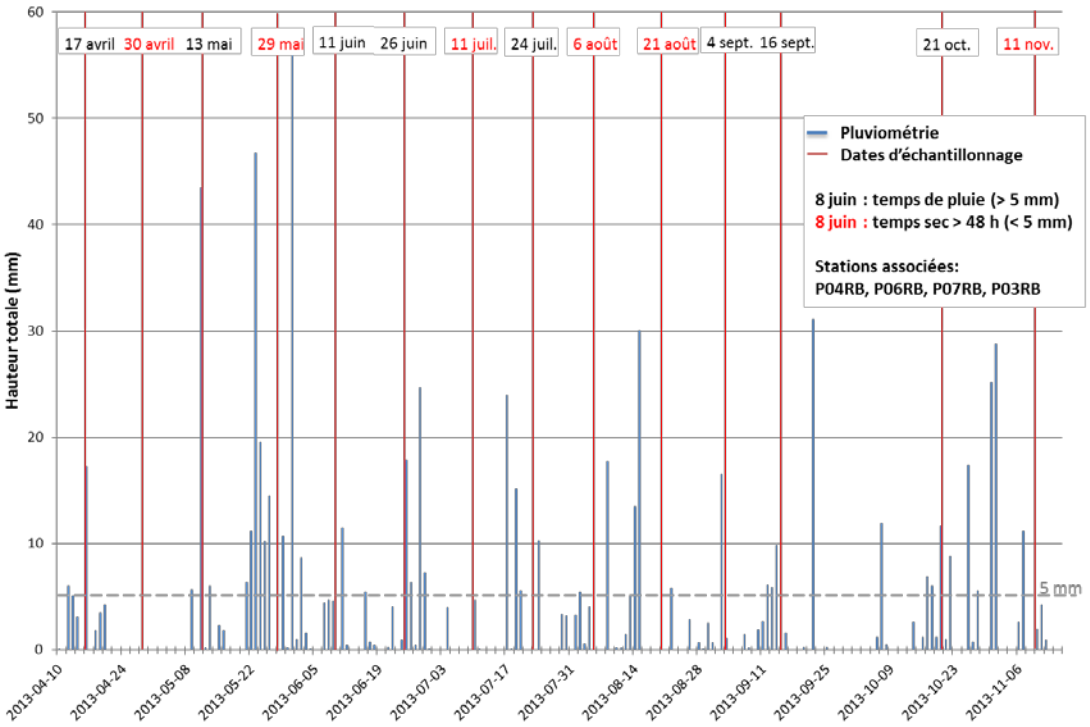


Figure 77 : Pluviométrie à la station U910, poste des Blaireaux, en 2013.

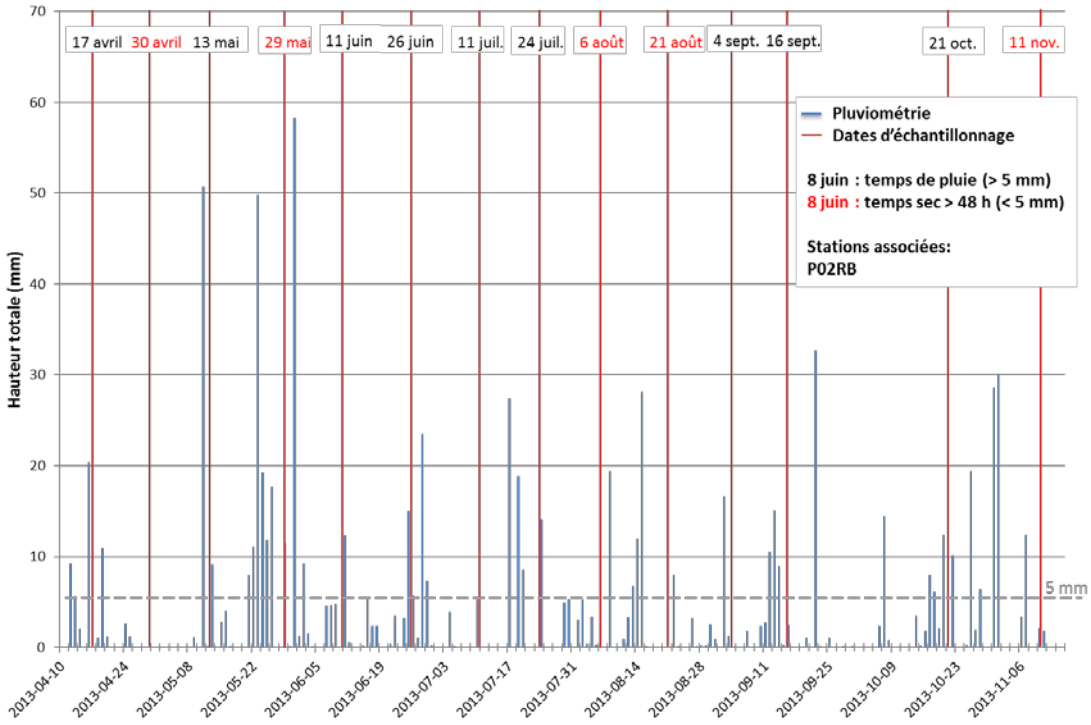


Figure 78 : Pluviométrie à la station U370, poste Estiembre, en 2013.[14]

[14] Les données du 12 avril au 8 mai 2013 proviennent d'Environnement Canada.

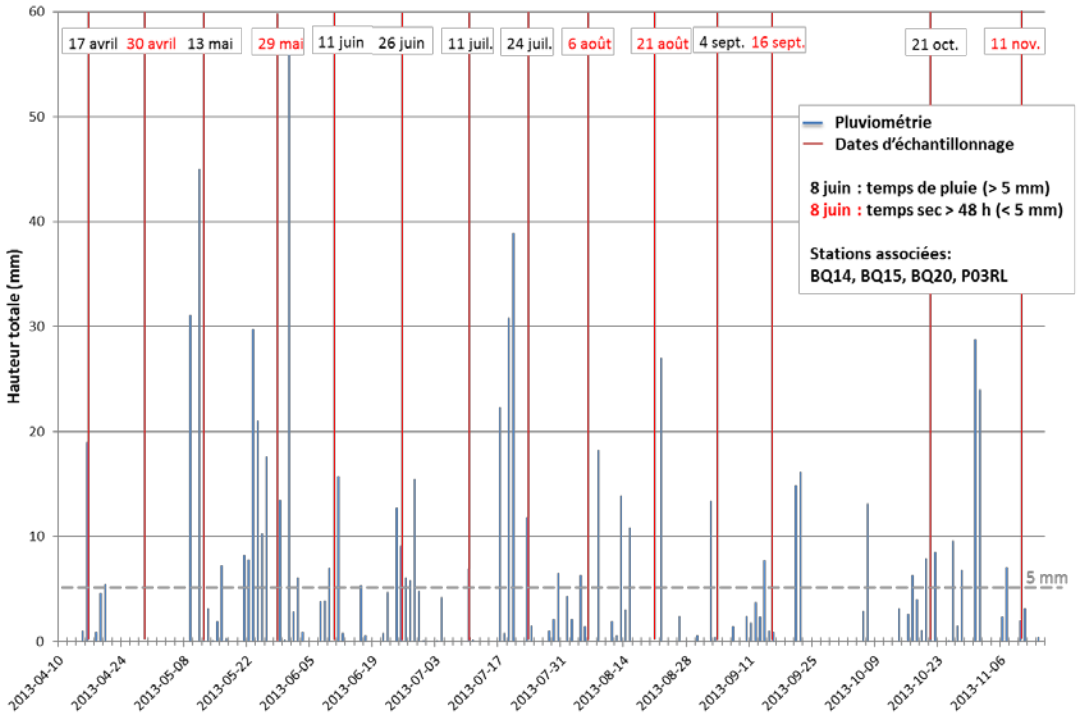


Figure 79 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, en 2013.[15]

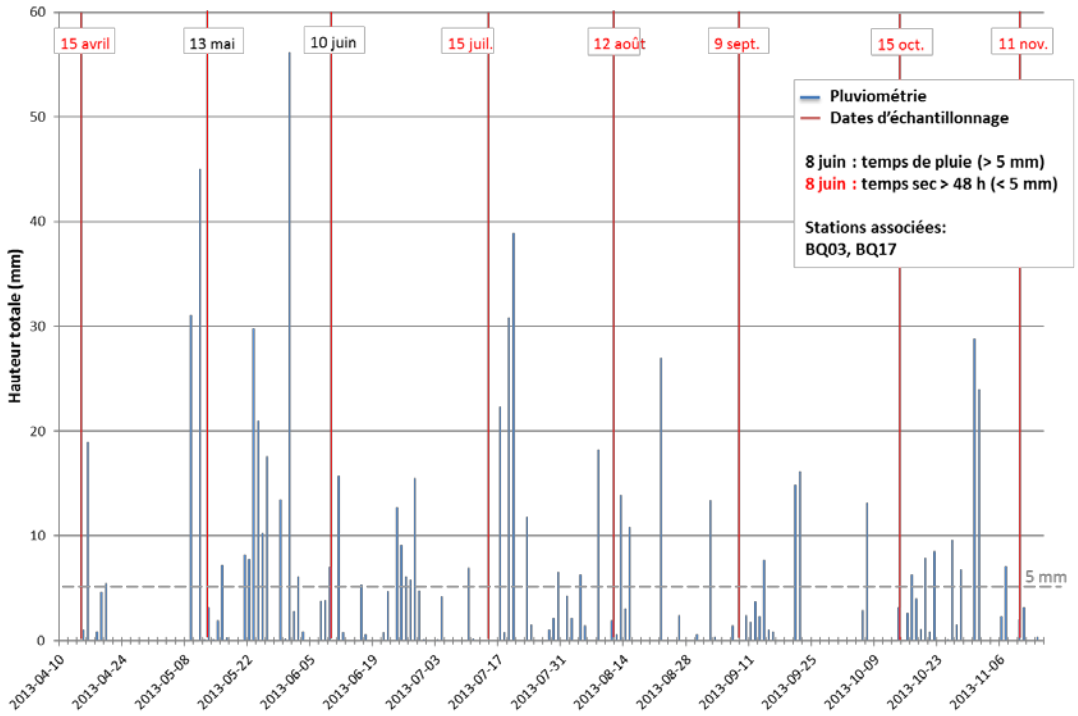


Figure 80 : Pluviométrie à la station U015, L'Ancienne-Lorette, stations d'échantillonnage BQ20; BQ15 et BQ14 (MDDEFP), en 2013.[16]

[15] Les données du 12 avril au 5 octobre 2013 proviennent d'Environnement Canada.

7.4 Valeurs de turbidité

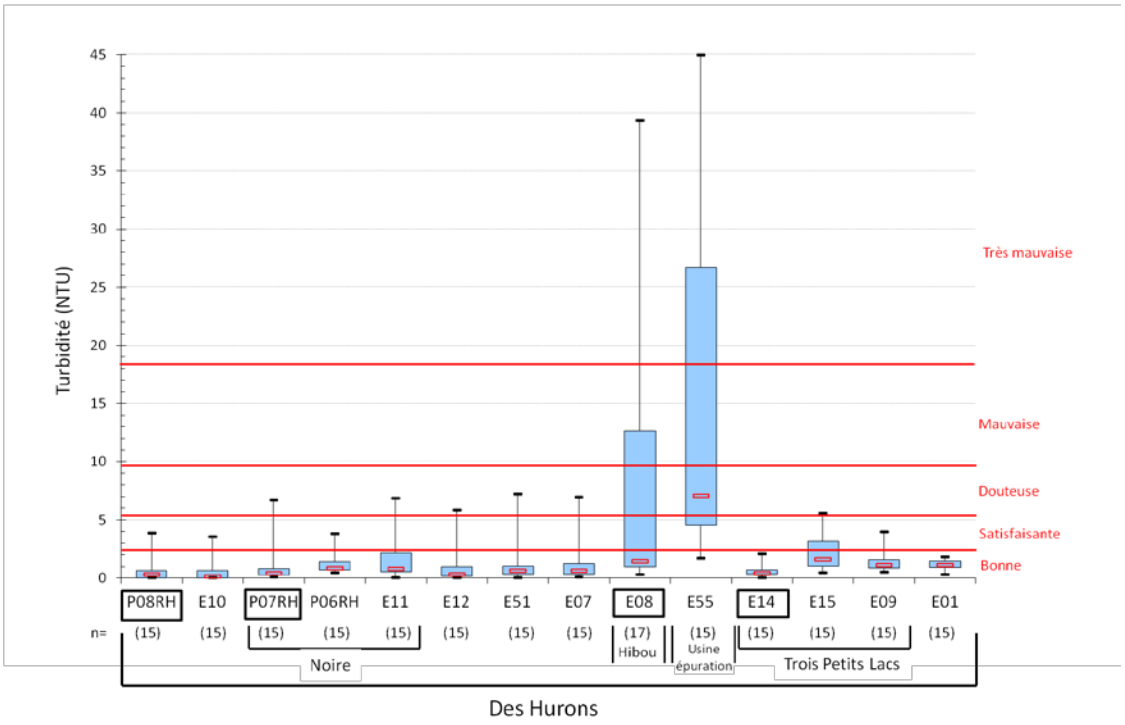


Figure 81 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière des Hurons et ses tributaires en 2013.

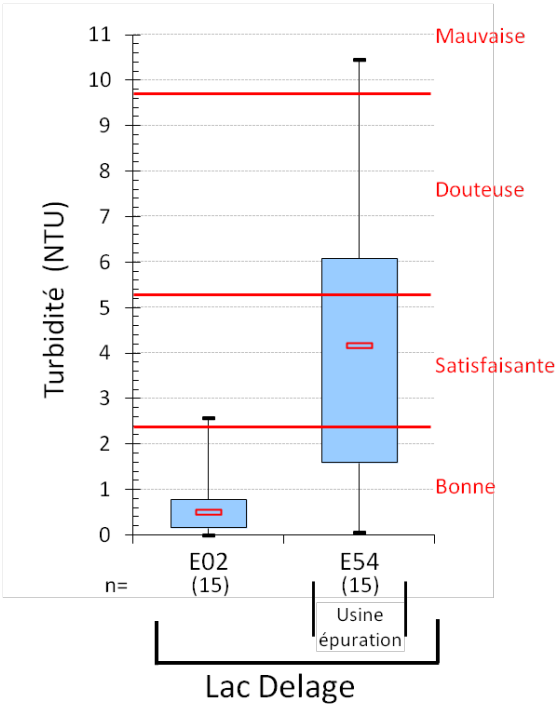


Figure 82 : Valeurs de turbidité mesurées à la décharge du lac Delage en 2013.

[16] *Idem*

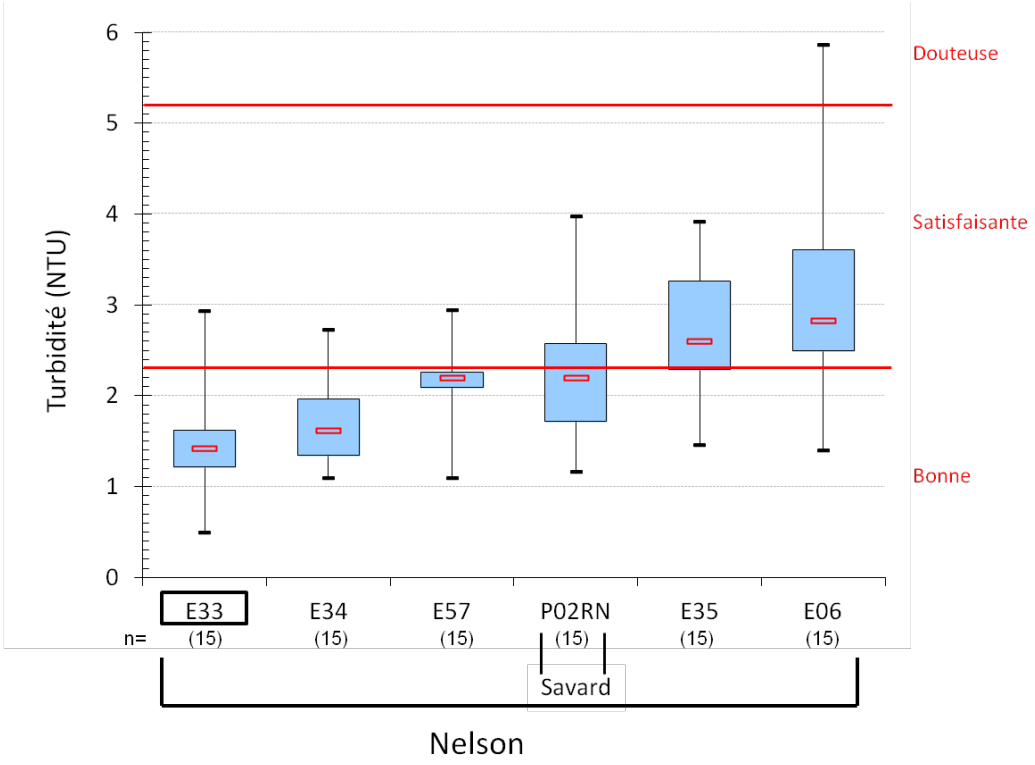


Figure 83 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Nelson et le ruisseau Savard en 2013.

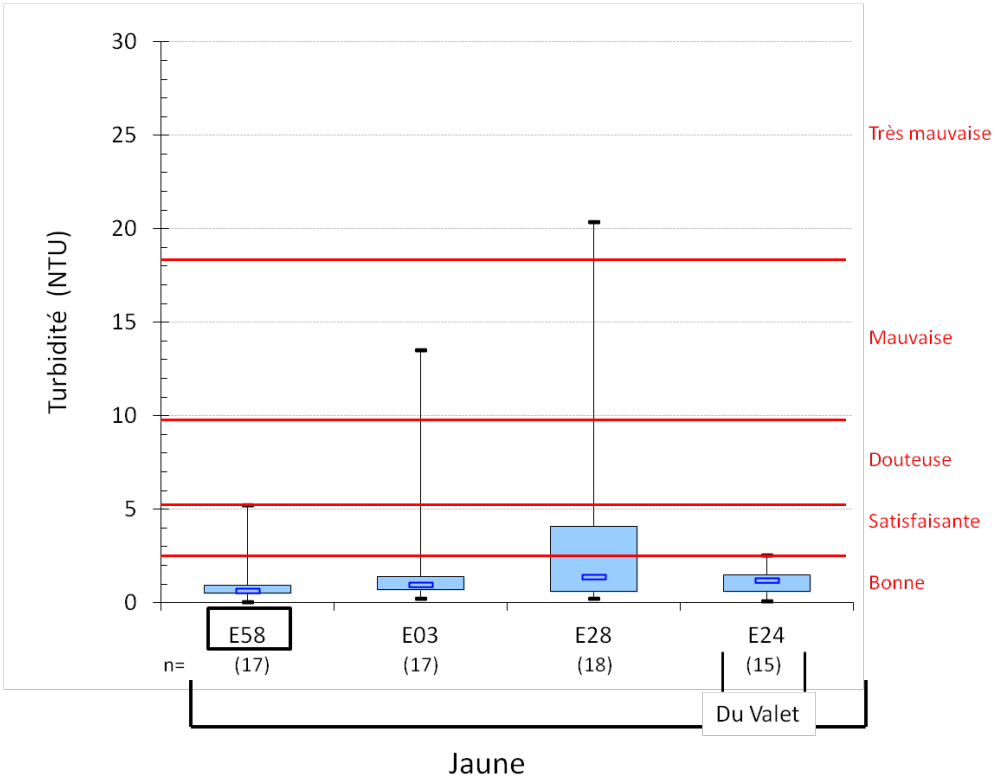


Figure 84 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Jaune et le ruisseau du Valet en 2013.

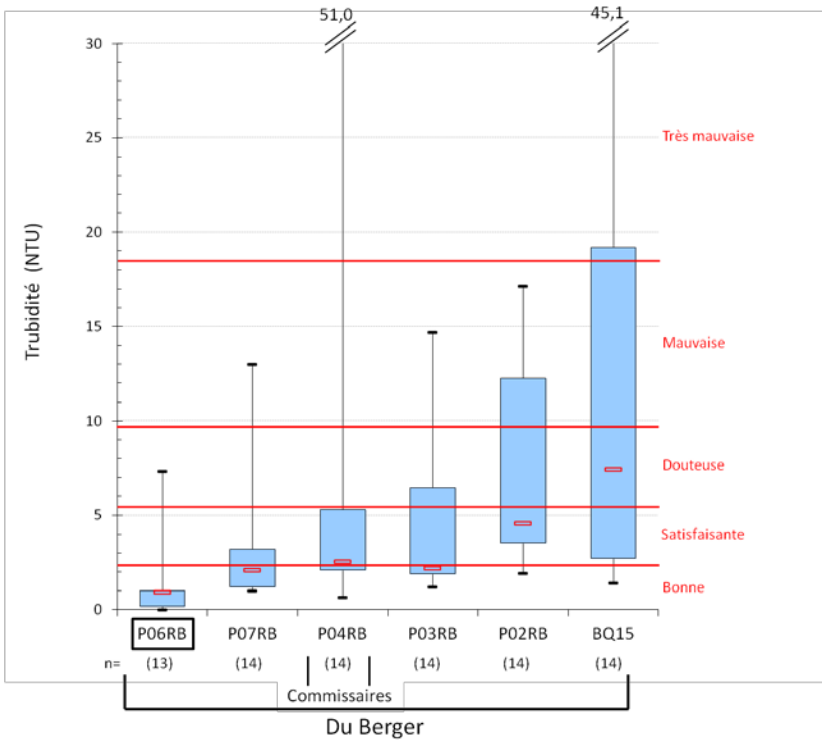


Figure 85 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière du Berger et le ruisseau des Commissaires en 2013.

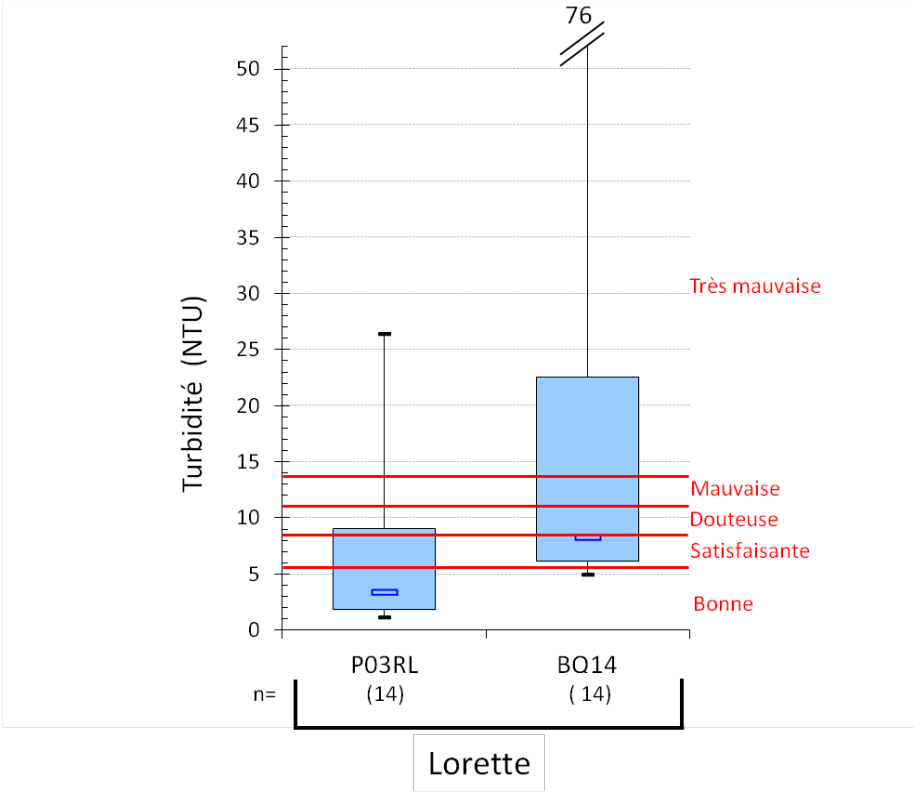


Figure 86 : Valeurs de turbidité mesurées dans la rivière Lorette en 2013.

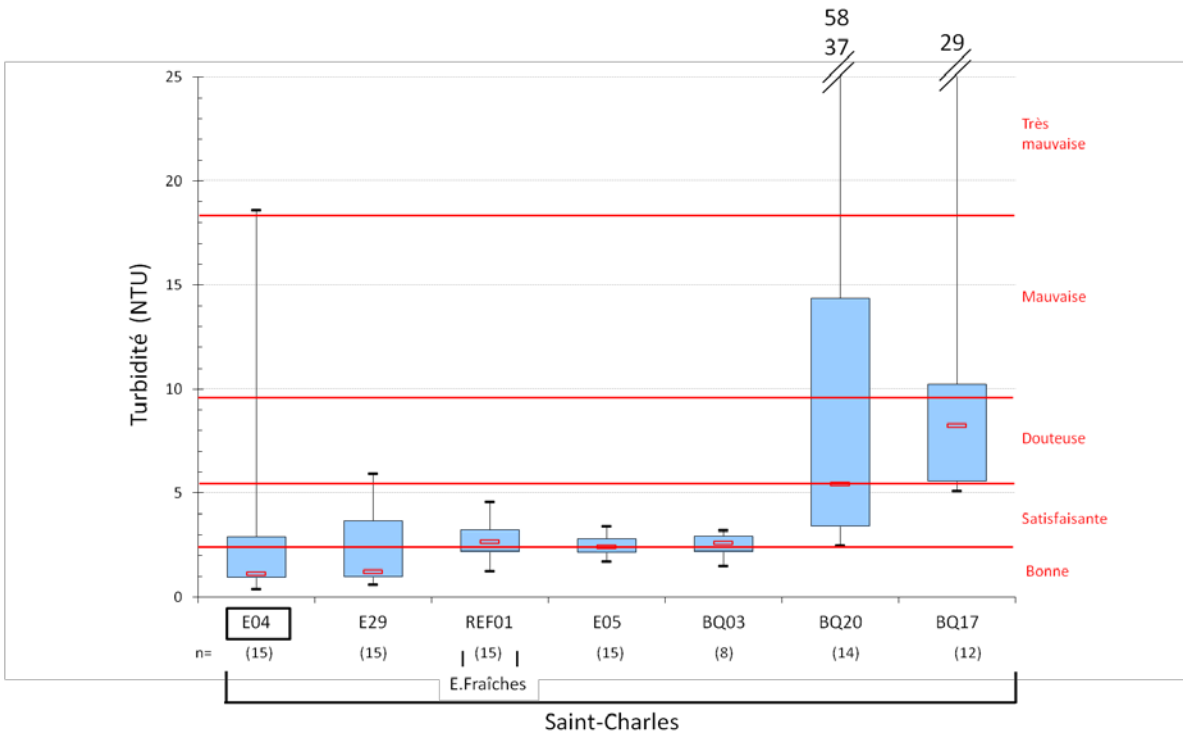


Figure 87 : Valeurs de turbidité mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2013.

7.5 Méthodes de mesure des débits

7.5.1 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 (Figure 88), 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.

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)

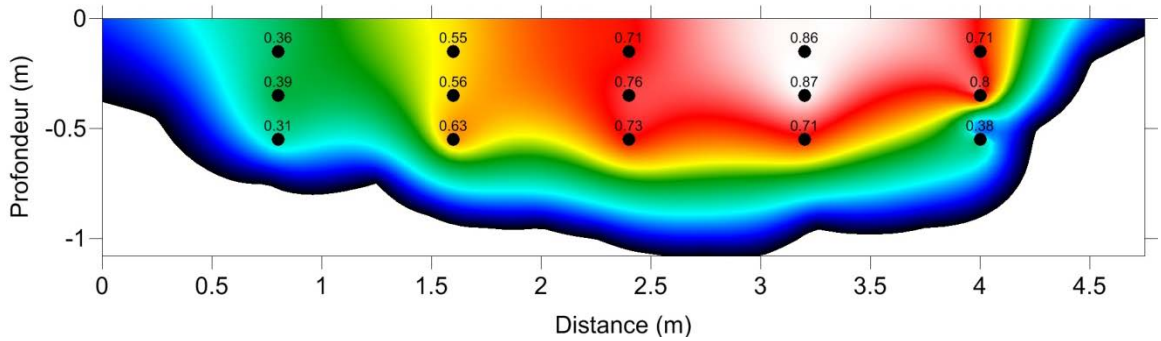


Figure 88 : Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière.

7.5.2 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 constater à la Figure 88 que les vitesses varient, passant 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, six mesures de vitesse sont prises horizontalement et de une à trois verticalement, dépendant de la profondeur. La méthode à plusieurs points permet d'obtenir une meilleure précision tout en étant assez rapide. 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 89).

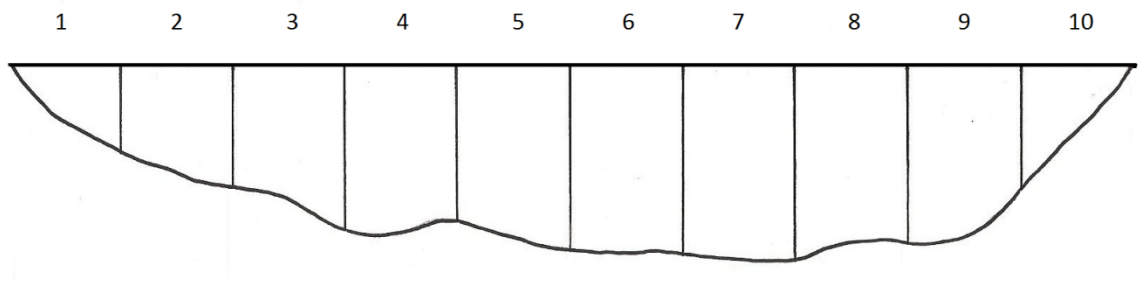


Figure 89 : Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière.

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 89) :

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

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 :

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

7.5.3 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 effectuées de façon à tracer la courbe de tarage (Figure 90). 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 chaque fois.

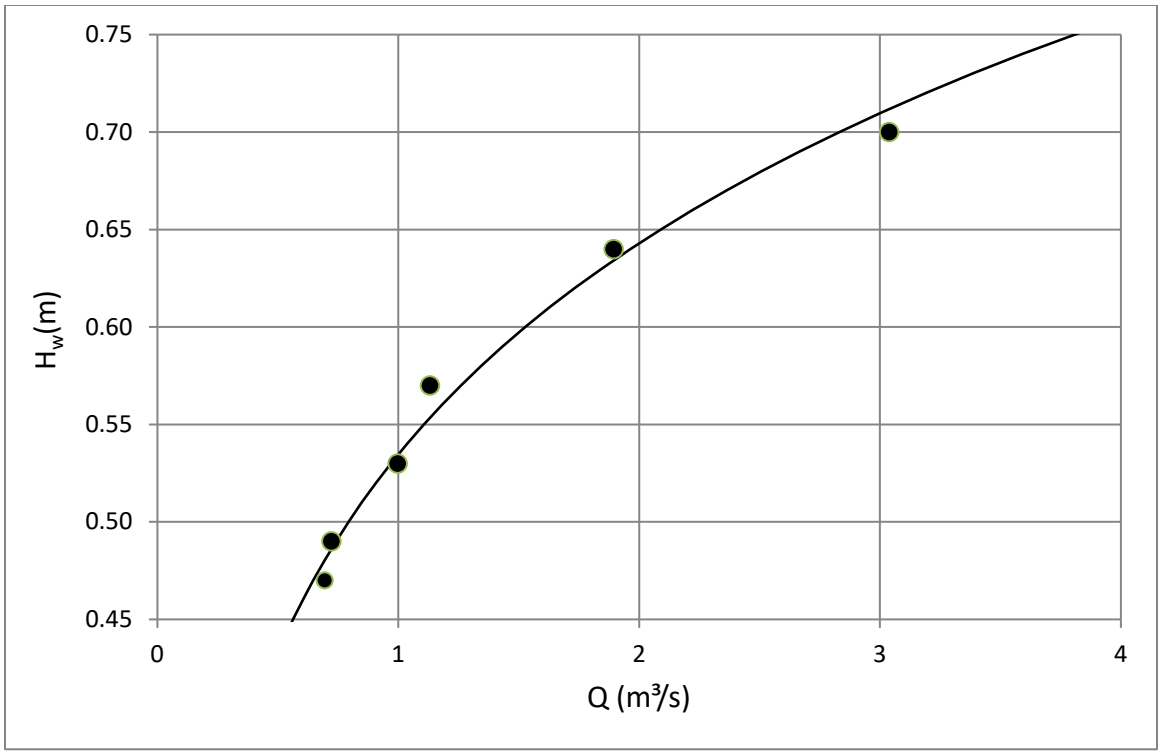


Figure 90 : Exemple d'une courbe de tarage.

7.5.4 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.

7.5.5 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 un point et à points multiples ont ensuite été mis en relation (graphique) pour vérifier s'il y avait une corrélation (Figure 91).

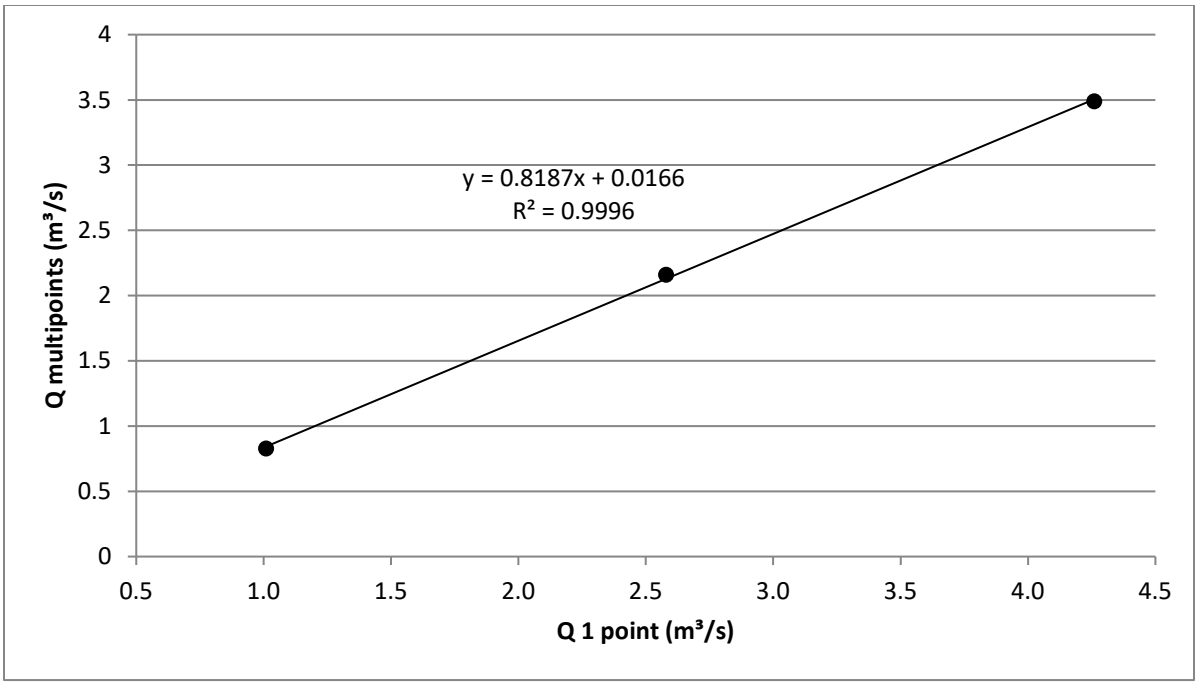


Figure 91 : Exemple de relation entre les débits à un point et à points multiples.

Comme on le constate à la Figure 91, 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

7.6 Rapports d'analyse

7.6.1 Rapports d'analyse 2013

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

Numéros de rapports: 18 870; 18 869; 18 844; 18 842; 18 841; 18 840; 18 834; 18 650 ; 18 649; 18 597; 18 539; 18 538; 18 537; 18 536; 18 426; 18 425; 18 405; 18 404; 18 177; 18 176; 18 174; 18 173; 18 172; 18 066; 18 065; 17 956; 17 822; 17 821; 17 820; 17 818; 17 817; 17 583; 17 320; 17 319; 17 318; 17 317; 17 192; 17 191; 17 190; 17 133; 17 130; 17 031; 17 030; 17 029.

7.6.2 Rapports d'analyse 2011

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

Numéros de rapports :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.

7.6.3 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.

7.6.4 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.

7.6.5 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

7.6.6 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