SUIVI DES RIVIÈRES DU HAUT-BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE SAINT-CHARLES – CAMPAGNE 2019

Rapport final | Mars 2021

Préparé pour la Ville de Québec
Par Agiro

AGIRO
initiatives et actions en environnement

Équipe de réalisation

Analyse et rédaction

Amélie Lefebvre, biologiste, M. Sc. A., chargée de projets en environnement, Agiro

Protocole d'échantillonnage

Sonja Behmel, Ph. D., coordonnatrice scientifique, Agiro

Échantillonnage et travaux terrain

Gabrielle Gosselin, biologiste, M. Sc. Eau, chargée de projets en limnologie, Agiro

Antoine Boudry, M. Sc. écologie et développement durable, chargé de projets en limnologie, Agiro

Ludvic Pagé-Laroche, biologiste, M. Sc. Eau, chargé de projets en limnologie, Agiro

Cartographie

Gabrielle Gosselin, biologiste, M. Sc. Eau, chargée de projets en limnologie, Agiro

Marianne Caouette, biologiste, M. Sc., chargée de projets en géomatique et conservation, Agiro

Anthony Wolter, étudiant à la maîtrise en Biogéosciences de l'Environnement, stagiaire, Agiro

Ludvic Pagé-Laroche, biologiste, M. Sc. Eau, chargé de projets en limnologie, Agiro

Révision

Sonja Behmel, Ph. D., coordonnatrice scientifique, Agiro

Mélanie Deslongchamps, directrice générale, Agiro

Catherine Plante, M. Sc. Géogr., géographe

Référence à citer

Agiro, 2021, Suivi des rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles – Campagne 2019, Agiro, Québec, 126 pages.

Description et crédit de la page couverture

Professionnelle d'Agiro pendant le suivi des rivières. Crédit : Agiro, 2019.

Coordonnées d'Agiro

433, rue Delage
Québec (Québec) G3G 1H4
418 849-9844
info@agiro.org

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), maintenant Agiro, 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) et poursuivies aux principales stations d'échantillonnage 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 nombre de stations d'échantillonnage et de paramètres mesurés ainsi que la fréquence de cet échantillonnage ont été augmentés. Depuis, le suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles est bisannuel pour la plupart des stations.

En 2019, 37 stations d'échantillonnage réparties sur 13 cours d'eau ont été visitées aux deux semaines pour un total de 15 sorties sur le terrain. Comme en 2015 et 2017, ce sont seulement les cours d'eau du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles qui ont été étudiés Les paramètres mesurés à l'aide d'une sonde multiparamètres EXO V2 comprenaient l'oxygène dissous (OD), le pH, la conductivité spécifique, la température, la turbidité, la chlorophylle *a*, la fluorescence émise par la matière organique dissoute (fDOM), le potentiel de réduction de l'oxygène (ORP) et les solubles dissous totaux. Des échantillons ont été prélevés à toutes les stations pour analyse en laboratoire afin de mesurer les concentrations en *Escherichia coli* (*E. coli*), phosphore total (PT), matières en suspension (MES), azote total (NT), nitrites-nitrates, azote ammoniacal et ions chlorure.

En 2019, les précipitations ont été plus importantes au printemps et à l'automne, comme en 2017. Les régimes de pluviométrie se répercutent sur les débits des cours d'eau et influencent également les résultats de qualité d'eau.

Entre 2017 et 2019, la conductivité spécifique présente une évolution variable selon les cours d'eau : six cours d'eau ont vu leur conductivité augmenter, quatre l'ont vu diminuer et pour les trois autres, elle est restée stable. La problématique d'une trop grande teneur en ions chlorure largement associée à l'activité humaine demeure ainsi présente dans tout le bassin versant.

Des problématiques de contamination ont été observées dans différents cours d'eau du haut-bassin versant. La rivière Noire continue d'être affectée par les sels de voirie utilisés sur le récent prolongement de la route 175. Une problématique de contamination fécale entre les stations E10 et E07 sur la rivière des Hurons, ainsi qu'un enrichissement en composés azotés dans la rivière Hibou et le ruisseau des Trois Petits Lacs, ont pu être identifiés. Une enquête sur la rivière des Hurons et ses affluents permettrait d'identifier ces sources de contamination dans le bassin versant. Le bassin versant de la rivière Nelson présente différentes problématiques (conductivité spécifique, *E. coli* et enrichissement en PT et en composés azotés). Une enquête sur la rivière Nelson réalisée en 2020 identifie les sources de contamination dans son bassin versant. Dans la rivière Jaune, une contamination fécale persiste malgré la réparation des conduites d'égouts sanitaires et le raccordement des installations septiques effectuées entre 2017 et 2019 par la ville de Québec et la municipalité de Lac-Beauport, suite aux recommandations des précédents rapports d'enquête. Une problématique de conductivité spécifique et d'ions chlorure est également présente au niveau du ruisseau du Valet et de l'effluent du lac Beauport.

La station d'épuration des eaux usées de la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury a respecté la norme ministérielle pour les MES (25 mg/l) en tout temps. La station d'épuration de Lac-Delage a dépassé cette norme à cinq reprises. Trois de ces dépassements ont été causés par le retrait des boues du bassin 3 au début du mois de juin. La station de Stoneham-et-Tewkesbury dépasse le seuil de 300 µg P/l en PT recommandé pour les lacs considérés prioritaires dans 36 % des cas tandis, que la station de Lac-Delage l'excède dans 40 % des échantillons. Dans les deux cas, la majorité des rejets en composés azotés excèdent le seuil recommandé dans la littérature pour la protection des lacs (Schwoerbel &

Brendelberger, 2005). Les données de 2019 appuient la recommandation d'Agiro concernant le raccordement des stations d'épuration au réseau d'égout de la Ville de Québec.

Certaines améliorations de la qualité de l'eau en ce qui concerne les concentrations en *E. coli* ont pu être observées sur le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles, notamment dans la rivière Saint-Charles et le ruisseau des Eaux Fraîches. Les efforts de la Ville de Québec quant à l'application des recommandations des rapports d'enquête et des rapports de suivi des rivières semblent donc porter leurs fruits.

Table des matières

1 Introduction ... 8
2 Méthodologie ... 9
2.1 Échantillonnage des cours d'eau ... 9
2.2 Pluviométrie ... 15
2.3 Débits ... 18
2.4 Analyse de la qualité de l'eau ... 18
3 Analyses des données ... 23
3.1 Régimes de précipitations et de débits ... 23
3.2 Conductivité spécifique ... 24
3.3 Analyse par sous-bassin versant ... 27
3.3.1 Bassin versant de la rivière des Hurons ... 28
3.3.1.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière des Hurons ... 42
3.3.2 Bassin versant du lac Delage ... 46
3.3.2.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du lac Delage ... 51
3.3.3 Bassin versant de la rivière Nelson ... 53
3.3.3.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Nelson ... 61
3.3.4 Bassin versant de la rivière Jaune ... 63
3.3.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune ... 70
3.3.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches ... 72
3.3.5.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches ... 76
3.3.6 Bassin versant de la rivière Saint-Charles ... 77
3.3.6.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles ... 84
4 Conclusions ... 86
4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons ... 86
4.2 Bassin versant du lac Delage ... 87
4.3 Bassin versant de la rivière Nelson ... 87
4.4 Bassin versant de la rivière Jaune ... 87
4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches ... 87
4.6 Bassin versant de la rivière Saint-Charles ... 87
5 Recommandations ... 88
6 Références ... 92

Tableaux

Tableau 1 Synthèse des paramètres, appareils utilisés et laboratoires mandatés pour le suivi de qualité de l'eau en 2019. ... 14

Tableau 2 Nom et localisation des stations pluviométriques et stations d'échantillonnage associées. .. 17

Tableau 3 Valeurs seuil des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997). ... 20

Tableau 4 Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le Ministère (MELCC, 2020a). ... 20

Tableau 5 Seuils pour l'évaluation de la qualité de l'eau de surface. ... 21

Tableau 6 Seuils pour l'évaluation de la performance des stations d'épuration des eaux usées. ... 21

Tableau 7 Classification de la conductivité spécifique établie par Agiro pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles. ... 22

Tableau 8 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons. ... 28

Tableau 9 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. ... 39

Tableau 10 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval. ... 46

Tableau 11 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2019. ... 51

Tableau 12 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson de l'amont vers l'aval. ... 53

Tableau 13 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 59

Tableau 14 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune de l'amont vers l'aval. ... 63

Tableau 15 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 69

Tableau 16 Station d'échantillonnage située dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches. ... 72

Tableau 17 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. ... 76

Tableau 18 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles de l'amont vers l'aval. ... 77

Tableau 19 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. ... 83

Tableau 20 Recommandations issues du suivi des rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. ... 88

Figures

Figure 1 Stratégie d'échantillonnage (Behmel, 2010). 9

Figure 2 Haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. 11

Figure 3 Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2019. 12

Figure 4 Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles et localisation des stations d'échantillonnage pour la saison 2019. 13

Figure 5 Classes de précipitation des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage. 16

Figure 6 Comment lire les graphiques en boîtes. 19

Figure 7 Précipitations mensuelles totales en 2019 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 23

Figure 8 Débits journaliers moyens enregistrés par le MELCC à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2019. 23

Figure 9 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 24

Figure 10 Évolution de la conductivité spécifique à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2019. 25

Figure 11 Évolution de la conductivité spécifique à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2019. 25

Figure 12 Représentation cartographique des concentrations moyennes d'ions chlorure dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 26

Figure 13 Évolution de la concentration d'ions chlorure à l'installation de traitement d'eau potable de la Ville de Québec située sur la rivière Saint-Charles entre 1977 et 2019 (adapté de Ville de Québec, 2020). 27

Figure 14 Corrélation entre les ions chlorure et la conductivité spécifique pour les stations échantillonnées en 2019. 27

Figure 15 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 30

Figure 16 Concentrations d'*E. coli* mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 31

Figure 17 Concentrations de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 32

Figure 18 Concentrations de matières en suspension mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 33

Figure 19 Concentrations d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 34

Figure 20 Concentrations de nitrites-nitrates mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 35

Figure 21 Concentrations d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 36

Figure 22 Valeurs de conductivité spécifique mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 37

Figure 23 Concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019 38

Figure 24 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2019. 47

Figure 25 Concentrations d'*E. coli* mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 48

Figure 26 Concentrations de PT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 48

Figure 27 Concentration de MES mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 49

Figure 28 Concentration de NT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 49

Figure 29 Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 50

Figure 30 Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 50

Figure 31 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 54

Figure 32 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 55

Figure 33 Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 56

Figure 34 Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 57

Figure 35 Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 58

Figure 36 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 64

Figure 37 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 65

Figure 38 Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 66

Figure 39 Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 67

Figure 40 Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019. 68

Figure 41 Représentation cartographique de la valeur moyenne de conductivité spécifique mesurée dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 73

Figure 42 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 74

Figure 43 Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 74

Figure 44 Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 75

Figure 45 Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 75

Figure 46 Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 78

Figure 47 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 79

Figure 48 Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 80

Figure 49 Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 81

Figure 50 Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 82

Figure 51 Rivière Saint-Charles qui déborde à la station E31 le 23 avril 2019. 84

Figure 52 Rivière Saint-Charles qui déborde à la station E05 le 23 avril 2019. 84

Figure 53 Pluviométrie à la station U901, Montchâtel, en 2019 (suivi des rivières, jour 2). 98

Figure 54 Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2019 (suivi des rivières, jour 2). 98

Figure 55 Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2019 (suivi des rivières, jour 1). 99

Figure 56 Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2019 (suivi de rivières, jour 3). 99

Figure 57 Pluviométrie à la station météo du lac Saint-Charles en 2019 (suivi des rivières, jour 2). 100

Figure 58 Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière. 101

Figure 59 Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière. 102

Figure 60 Exemple d'une courbe de tarage. 103

Figure 61 Précipitations mensuelles totales en 2017 (données enregistrées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 104

Figure 62 Précipitations mensuelles totales en 2015 (données enregistrées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage). 104

Figure 63 Évolution de la conductivité spécifique aux stations P09RH (rivière à la loutre) et E25 (effluent du lac Beauport). 105

Figure 64 Évolution de la conductivité spécifique à la station E02 (effluent du lac Delage). 106

Figure 65 Évolution de la conductivité spécifique à la station E06 (rivière Nelson). 106

Figure 66 Évolution de la conductivité spécifique à la station E08 (rivière Hibou). 107

Figure 67 Évolution de la conductivité spécifique à la station E09 (ruisseau des Trois Petits Lacs). 107

Figure 68 Évolution de la conductivité spécifique à la station E11 (rivière Noire). 108

Figure 69 Évolution de la conductivité spécifique à la station E24 (ruisseau du Valet). 108

Figure 70 Évolution de la conductivité spécifique à la station E28 (rivière Jaune). 109

Figure 71 Évolution de la conductivité spécifique à la station P02RN (ruisseau Savard). 109

Figure 72 Évolution de la conductivité spécifique à la station REF01 (ruisseau des Eaux Fraîches). ... 110

Figure 73 Évolution de la conductivité spécifique à la station UTE (installation de traitement de l'eau potable). 110

Figure 74 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019. 111

Figure 75 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019. 112

Figure 76 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019. 112

Figure 77 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019. . 113

Figure 78 Valeurs de turbidité mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019. 113

Figure 79 Valeurs de turbidité aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019. 114

Figure 80 Évolution de la conductivité spécifique aux stations de la rivière Noire. 115

Figure 81 Évolution des concentrations de MES à la station E51 de 2011 à 2019. 116

Figure 82 Évolution des concentrations de phosphore total à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2014 à 2019. 116

Figure 83 Évolution de la conductivité spécifique à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2011 à 2019. 117

Figure 84 Évolution des concentrations de PT à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) 2011 à 2019. 118

Figure 85 Évolution des MES à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) de 2011 à 2019. 118

Figure 86 Évolution des concentrations de NT à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) de 2014 à 2019. 119

Figure 87 Évolution des concentrations de CF et *E. coli* mesurées à la station E06 de 2009 à 2019.... 120

Figure 88 Relation entre les concentrations de CF et les débits à la station E03 de 2010 à 2015..... 121

Figure 89 Relation entre les concentrations de CF/*E. coli* et les débits à la station E03 en 2017 et 2019. 122

Figure 90 Évolution des concentrations de CF-*E. coli* et de PT à la station REF01 du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches de 2011 à 2019. 123

Figure 91 Évolution des concentrations de matières en suspension et d'azote total à la station REF01 du bassin versant des Eaux Fraîches de 2011 à 2019. 124

Figure 92 Évolution des concentrations de nitrites-nitrates à la station REF01 du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches de 2011 à 2019. 125

Figure 93 Évolution des concentrations de CF-*E. coli* à la station E05 du bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2008 à 2019. 126

Annexes

Annexe 1 Méthodes de laboratoire 93

Annexe 2 Graphiques de pluviométrie aux stations U901, U911 et U926 et à la station météo du lac Saint-Charles 98

Annexe 3 Méthodes de mesure du débit 101

Annexe 4 Régimes de précipitations et de débits pour 2015 et 2017 104

Annexe 5 Évolution de la conductivité spécifique aux stations intégratrices du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2011 à 2019 105

Annexe 6 Graphiques de la turbidité 111

Annexe 7 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière des Hurons 115

Annexe 8 Graphiques historiques pour le bassin versant du lac Delage 118

Annexe 9 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Nelson 120

Annexe 10 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Jaune 121

Annexe 11 Graphiques historiques pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches 123

Annexe 12 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles 126

1 Introduction

En 2019, l'Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord (APEL), maintenant Agiro, procédait à sa cinquième année de suivi de la qualité de l'eau des rivières du bassin versant de la rivière Saint-Charles depuis l'élaboration et l'adoption, en 2011, d'un programme de suivi structuré et standardisé (Behmel, 2010). 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 installation de traitement de l'eau potable de la Ville de Québec.

Depuis l'étude limnologique, les campagnes d'échantillonnage réalisées par l'APEL, maintenant Agiro, ont démontré que, globalement, la qualité de l'eau des rivières du haut-bassin versant 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'intensité variable ont lieu dans la plupart des cours d'eau étudiés.

Des enquêtes approfondies ont été réalisées en 2009 (ruisseaux des Eaux Fraîches, Plamondon et Leclerc), en 2011 (ruisseaux Savard et du Valet), en 2013 (rivière Jaune en aval du lac Beauport), en 2016 (tributaires du lac Saint-Charles; sous-bassins versants C, E, H et OO), en 2019 (rivière Lorette; bas-bassin versant de la rivière Saint-Charles) et en 2020 (rivière Nelson) pour mieux cerner les sources de contamination ponctuelles et diffuses observées lors de l'étude limnologique de 2007–2009 et des suivis subséquents.

Les recommandations formulées par l'APEL dans les dernières années proposaient d'améliorer la gestion des eaux pluviales du territoire, de mieux contrôler l'érosion sur les chantiers de construction, d'investiguer davantage pour identifier les sources de contamination fécale et de réduire les apports en sels de voirie.

En 2019, le suivi des rivières avait pour objectifs de :

(1) obtenir un portrait global de la qualité de l'eau;

(2) identifier les 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;

(5) mesurer les apports en phosphore total (PT), en azote total (NT) et en matières en suspension (MES) dans le lac Saint-Charles provenant de ses principaux affluents.

Dans le cadre de ce suivi, 37 stations du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles ont été visitées toutes les deux (2) semaines. Ces stations se situaient sur les rivières Jaune, des Hurons, Hibou, Noire, à la Loutre, Nelson et Saint-Charles, sur les décharges du lac Delage et du lac Beauport, ainsi que sur les ruisseaux des Trois Petits Lacs, Savard, du Valet et des Eaux Fraîches. En 2019, des stations tributaires et des stations de puits privés (jour 3) ont été ajoutées au suivi pour un projet sur les contaminants d'intérêt émergent. Les données recueillies pour ces stations ont été analysées par la Chaire de recherche en eau potable de l'Université Laval et sont en voie de publication sous forme d'article scientifique.

Ce rapport dresse le portrait de la qualité de l'eau des cours d'eau du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles, par sous-bassin versant, pour l'année 2019.

2 Méthodologie

2.1 Échantillonnage des cours d'eau

La stratégie d'échantillonnage employée permet l'atteinte des objectifs mentionnés en introduction. Pour chaque sous-bassin versant et cours d'eau d'importance, il y une station témoin ainsi qu'une station intégratrice. Cela permet d'obtenir un portrait global de la qualité de l'eau du territoire. D'autres stations sont également positionnées à des endroits stratégiques, ce qui permet d'identifier les sources potentielles de contamination de l'eau. Finalement, la stratégie du triangle permet de connaître les contributions de chaque affluent grâce au positionnement de stations en amont et en aval des confluences. La figure 1 schématise la stratégie d'échantillonnage utilisée pour le suivi des rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles.

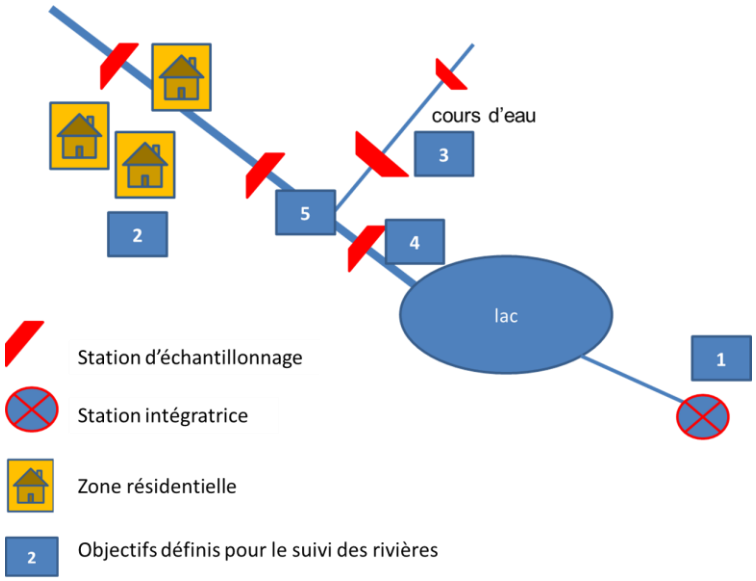


Figure 1 **Stratégie d'échantillonnage** (Behmel, 2010)**.**

Le territoire ciblé par le suivi des rivières 2019 est présenté à la figure 2. En 2019, comme en 2015 et 2017, seules les stations situées en amont de la prise d'eau de la ville de Québec, soit le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles, ont été échantillonnées. La localisation et la hiérarchisation des 37 stations d'échantillonnage de la campagne de 2019 sont représentées sur la carte de la figure 3 et sur le schéma de la figure 4. Afin de répondre aux différents projets d'Agiro, quelques modifications ont été apportées à la liste des stations. Cinq stations ont été ajoutées par rapport au suivi de 2017 : P09RH (rivière à la Loutre), P07RH-B et P06RH (rivière Noire), ERJ02 (rivière Jaune) et E25 (effluent du lac Beauport). De plus, cinq des six stations ajoutées au suivi des rivières de 2017 pour le projet sur le réseau trophique (E13, E16, 3PL01, ERJ13 et RDV07) ont été retirées en 2019.

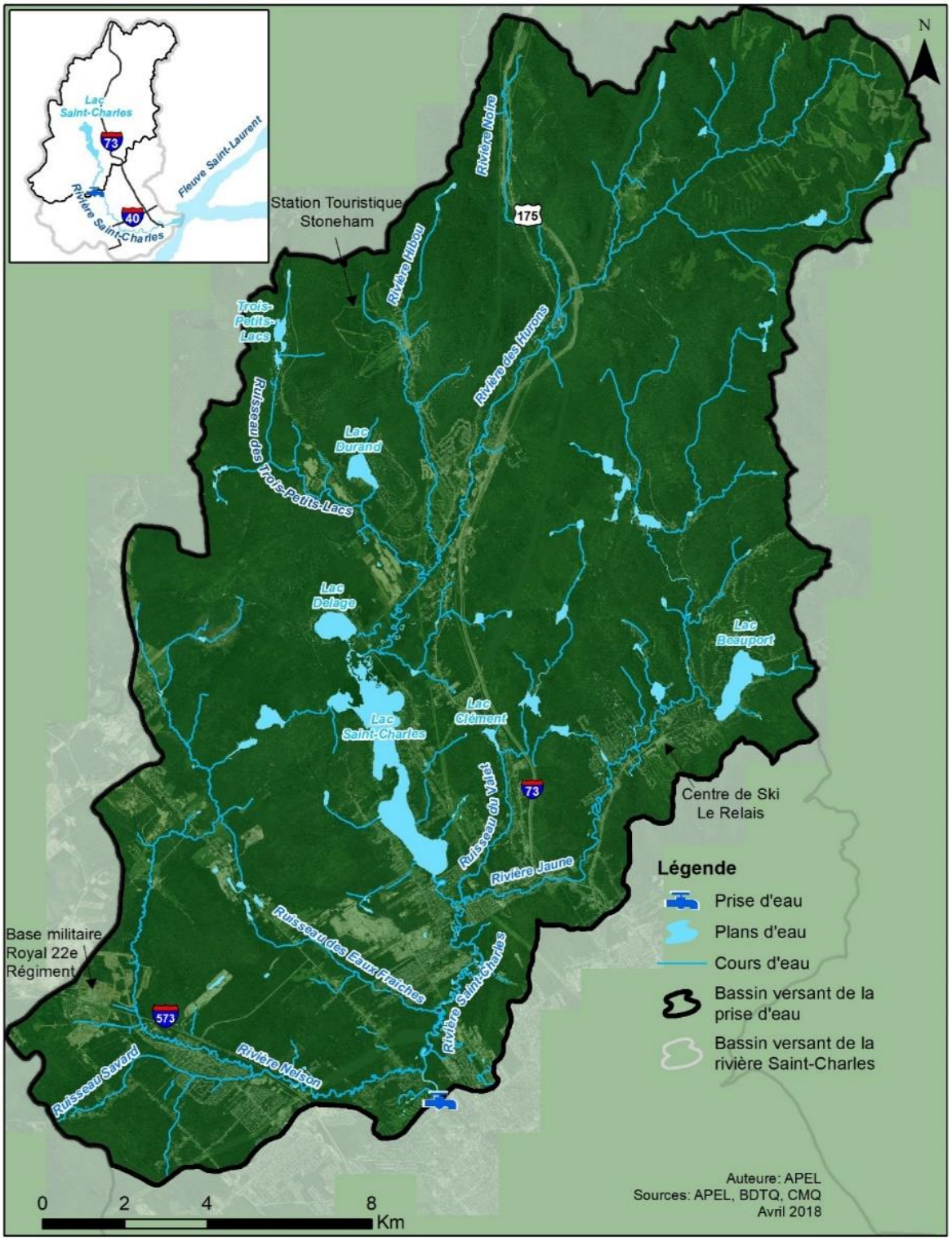


Figure 2 Haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles.

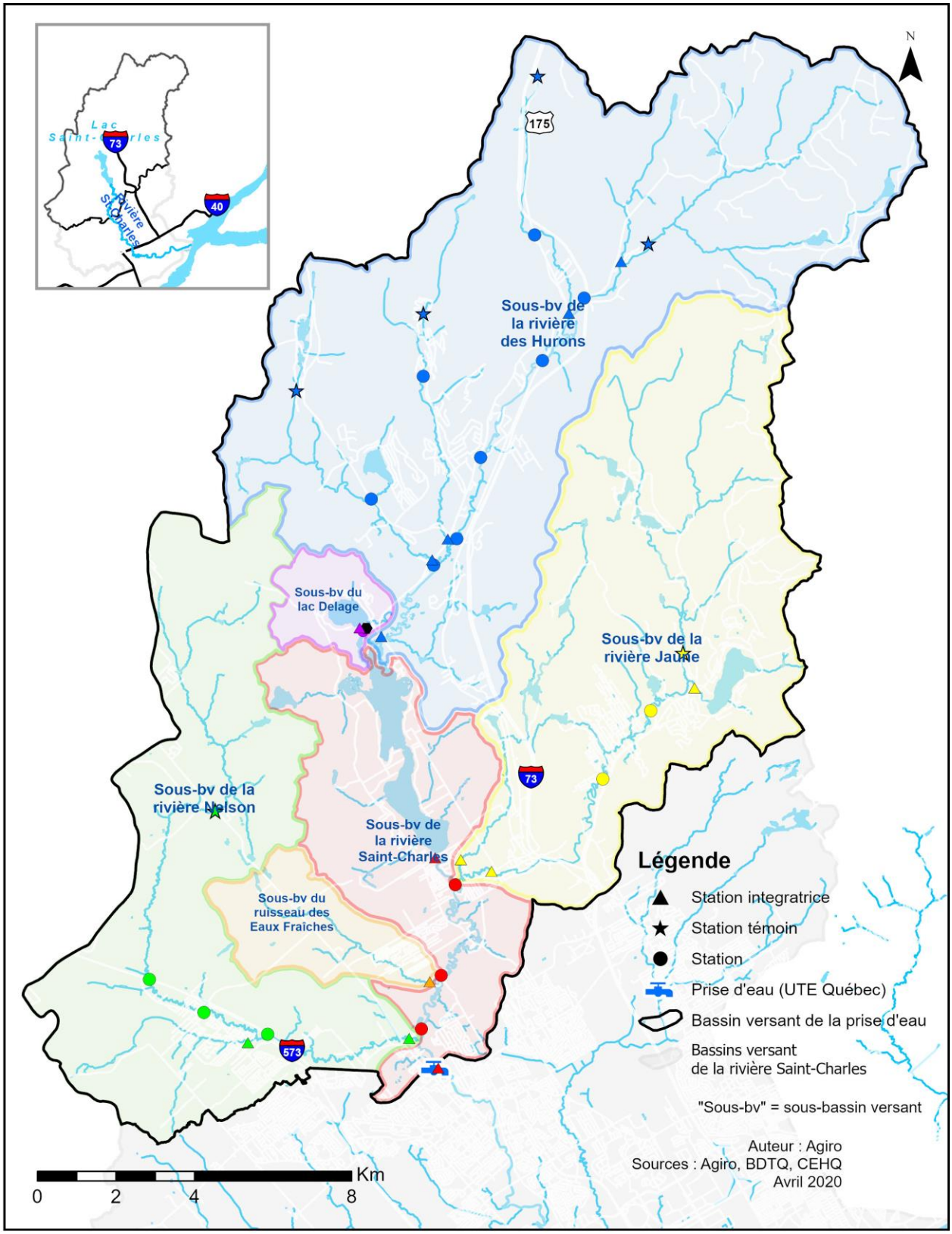


Figure 3 Carte de localisation des stations d'échantillonnage en 2019.

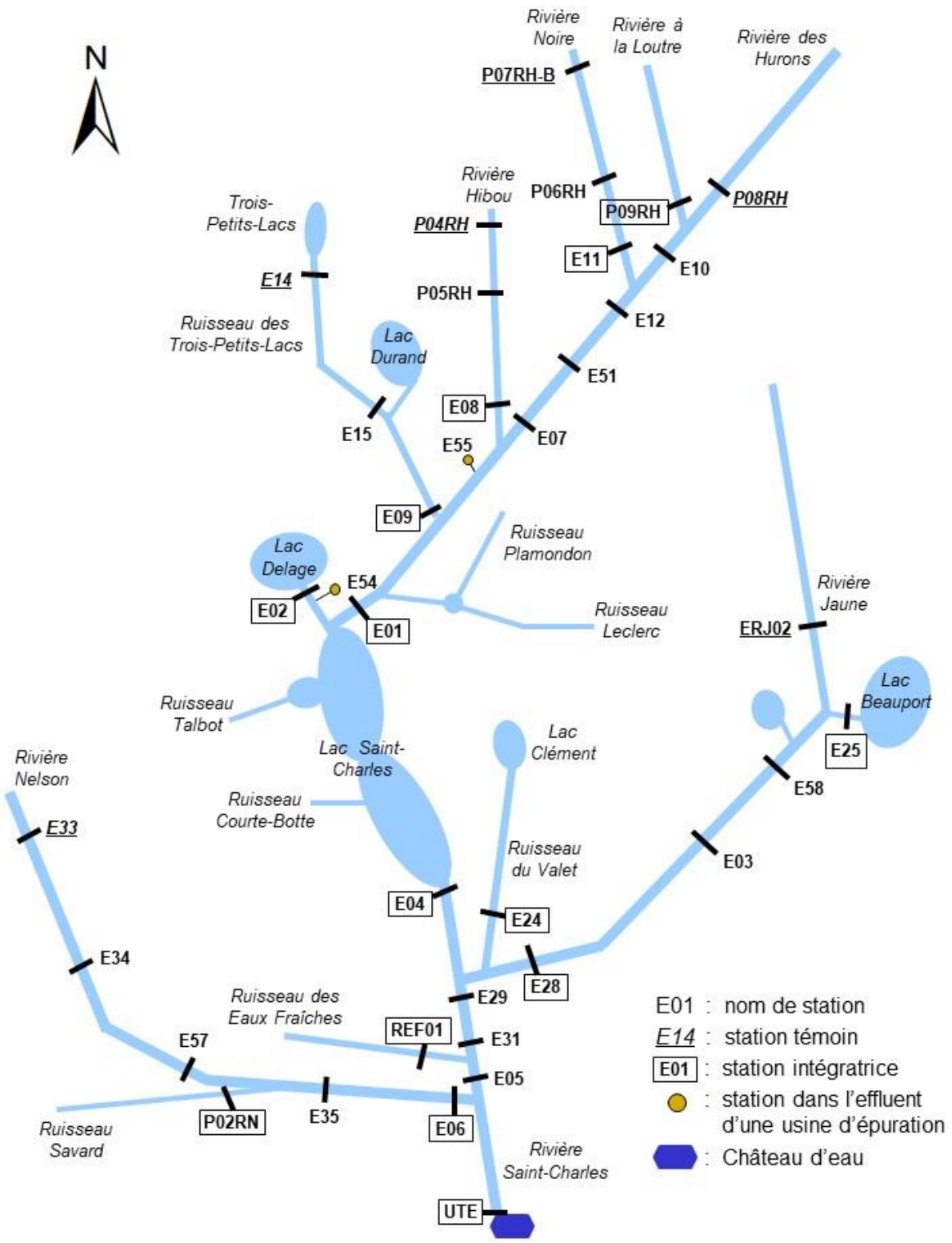


Figure 4 **Schéma du réseau hydrographique du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles et localisation des stations d'échantillonnage pour la saison 2019.**

Entre le 23 avril et le 14 novembre 2019, les stations d'échantillonnage ont été visitées toutes les deux semaines pour un total visé de 15 visites. 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[1].

Une description détaillée des stations d'échantillonnage de la campagne 2019, comprenant notamment leur localisation et la justification de leur emplacement, peut être consultée aux tableaux 8, 10, 12, 14, 16 et 18 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, ruisseau des Eaux Fraîches et rivière Saint-Charles.

Le Tableau 1 présente les paramètres analysés, ainsi que les appareils utilisés et les laboratoires mandatés pour les analyses en 2019. Les méthodes de laboratoire utilisées sont décrites à l'annexe 1. Les appareils et les méthodes de laboratoire utilisés lors des années précédentes seront fournis sur demande.

Tableau 1 Synthèse des paramètres, appareils utilisés et laboratoires mandatés pour le suivi de qualité de l'eau en 2019.

Paramètres	À toutes les stations	À certaines stations	Prélèvement/analyse
Débit		15 stations*	Courantomètre/stations du Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC)/barrage Cyrille Delage opéré par la Ville de Québec
Température ambiante	X		Thermomètre
Température de l'eau	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Conductivité spécifique[2]	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Oxygène dissous (OD)	X		Sonde multiparamètres EXO V2
pH et potentiel d'oxydo-réduction (ORP)	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Turbidité	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Chlorophylle *a*	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Matière dissoute totale	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Matière organique dissoute fluorescente (fDOM)	X		Sonde multiparamètres EXO V2
Ions chlorure	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Phosphore total (PT)	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Matières en suspension (MES)	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Escherichia coli (*E. coli*)	X		Laboratoire de la Ville de Québec**

[1] Comme mentionné dans l'introduction, l'année 2019 a été particulière et un troisième jour d'échantillonnage s'est ajouté pour des stations tributaires et des stations de puits privés. Ce troisième jour comportait aussi la station E54, qui est une station du suivi des rivières régulier. Normalement, les stations E02 et E54 (sous-bassin versant du lac Delage) sont échantillonnées le même jour tel qu'indiqué dans le texte ci-haut, mais en raison de la complexité de la planification de l'année d'échantillonnage 2019, cela n'a pas été possible pour ce sous-bassin versant.
[2] La conductivité spécifique est ici définie comme la conductivité électrique de l'eau mesurée par la sonde et ramenée à 25ºC.

Paramètres	À toutes les stations	À certaines stations	Prélèvement/analyse
Azote total (NT)	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Azote ammoniacal	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Nitrites et nitrates	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Carbone organique total (COT)	X		Laboratoire de la Ville de Québec**
Cyanobactéries		4 stations	Laboratoire de la Ville de Québec**

*Pour trois stations d'échantillonnage (E07, E51 et E35), les données des stations hydrométriques du MELCC ont été utilisées. Pour la station E04, les données du barrage Cyrille-Delage de la Ville de Québec ont été utilisées.
** Le tableau synthèse des méthodes de laboratoire peut être consulté à l'annexe 1.

2.2 Pluviométrie

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

Ainsi, une classe qualitative de temps de pluie est systématiquement attribuée à chaque journée d'échantillonnage, ce qui permet de planifier les tournées d'échantillonnage de façon à recueillir suffisamment de données par temps de pluie. 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 dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (temps sec)

1 il a plu dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage (précipitations pendant les deux jours)

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

3 il a plu dans les 24 dernières heures

4 il a plu au moment de l'échantillonnage

L'objectif, atteint en 2019 (figure 5), est d'obtenir au moins 50 % de classes 2 à 4 pour chaque groupe de stations échantillonnées la même journée.

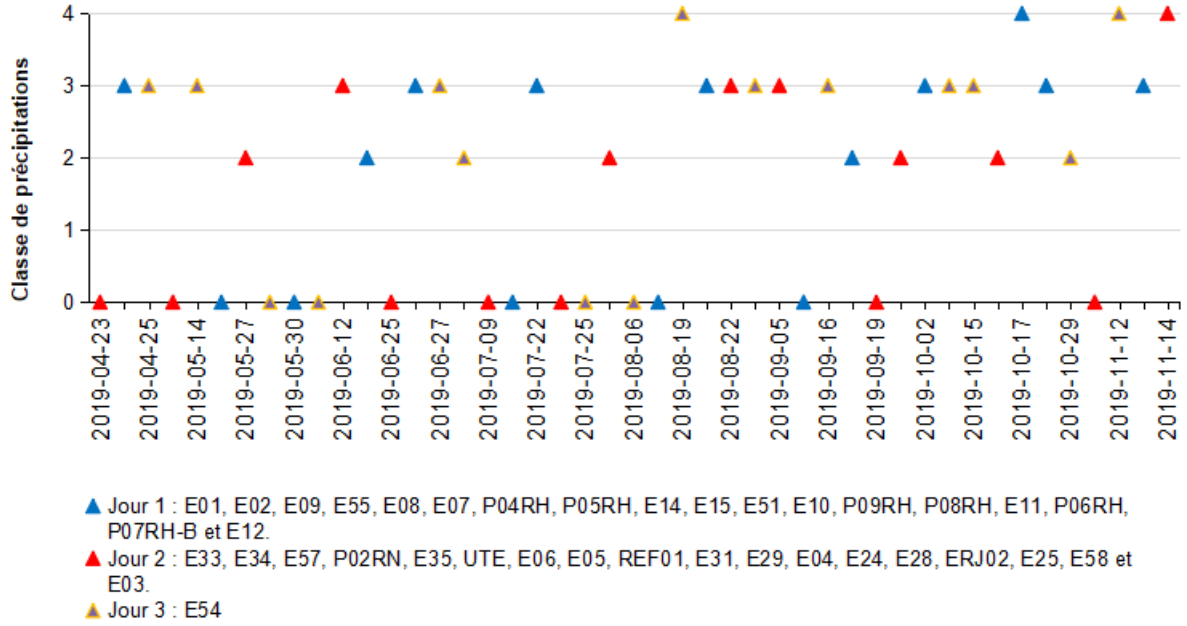


Figure 5 Classes de précipitation des groupes de stations échantillonnées la même journée selon les dates d'échantillonnage[3].

Les résultats de qualité de l'eau ont d'abord été confrontés aux classes de précipitations. Cette analyse simple a permis de vérifier rapidement si les contaminations observées étaient corrélées aux précipitations.

De plus, les données de quatre pluviomètres (Tableau 2) opérés par la Ville de Québec et couvrant le bassin versant étudié ont été utilisées pour valider les observations qualitatives des précipitations. Dans le cas où les données des stations pluviométriques ne correspondaient pas aux observations de terrain, les observations sur le terrain ont été priorisées pour les analyses. Les pluies étant parfois ponctuelles et localisées, il est possible que certaines stations pluviométriques ne reçoivent pas les précipitations observées ailleurs sur le territoire.

[3] Lors du dernier échantillonnage de chaque jour (1, 2 et 3), les précipitations étaient sous forme de neige.

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

# de la station	Nom de la station pluviométrique	Localisation	Stations d'échantillonnage associées
U901	Montchâtel Bassin des rivières Nelson et Saint-Charles	13 500, rue Duhamel	E04, E29, E31, REF01, E05, E06 et UTE
U911	Poste Honfleur Bassin de la rivière Nelson	1 644, rue de Honfleur	E33, E34, E57, P02RN et E35
U925[4]	Bassin de la rivière Jaune	825, boulevard du Lac, Lac-Beauport	ERJ02, E25, E58, E03, E28 et E24
U926	Bassin de la rivière des Hurons	1, chemin du Brûlis, caserne d'incendie de Stoneham-et-Tewkesbury	P08RH, P09RH, E10, P07RH-B, P06RH, E11, E12, E51, E07, P04RH, P05RH, E08, E55, E14, E15, E09, E01, E02 et E54
Station météo LSC	Station météo du lac Saint-Charles	Chemin de la Grande-Ligne	ERJ02, E25, E58, E03, E28 et E24

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 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage ou > 48 h sans précipitation

Faible pluie 5 à 9,9 mm dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage

Pluie 10 mm ou plus dans les 0 à 48 heures précédant l'échantillonnage

Mentionnons néanmoins qu'une pluie inférieure à 5 mm peut influencer négativement la qualité d'un cours d'eau de faible débit tel qu'un ruisseau.

Pour chaque sortie d'échantillonnage (ligne grise sur les graphiques de l'annexe 2), il y a les informations suivantes : classe de précipitation qualitative suivie de la classe de précipitation quantitative. Ces informations sont en noir lorsqu'elles concordent et en rouge lorsque ce n'est pas le cas. Dans la majorité des cas, les observations de terrain et les données des stations pluviométriques concordent.

Finalement, un portrait global des précipitations de l'année étudiée est 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. Ce dernier est comparé à ceux des années antérieures et cette comparaison permet de comprendre certaines différences interannuelles observées au niveau de la qualité de l'eau.

[4] Il n'y a pas de donnée pour ce pluviomètre en 2019. Exceptionnellement, pour l'année 2019, les stations du bassin versant de la rivière Jaune seront confrontées aux données pluviométriques de la station météorologique du lac Saint-Charles située le long du chemin de la Grande-Ligne, et plus spécifiquement aux Marais du Sud.

2.3 Débits

Une méthode de mesure des débits instantanés[5] à points multiples a été appliquée pour 11 des 37 stations. Pour ce faire, l'aire transversale du cours d'eau est calculée et la vitesse d'écoulement mesurée à intervalles réguliers le long d'un transect. L'opération est, autant que possible, répétée à chaque visite d'échantillonnage. Pour certaines stations, une courbe de tarage est réalisée 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 prises lors des tournées d'échantillonnage. Pour plus d'informations sur les méthodes de mesure de débit, se référer à l'annexe 3.

Les données de débit instantané permettent d'étudier la relation entre le débit des cours d'eau et les différents paramètres de qualité d'eau mesurés. Cette analyse vise à déterminer si la variation de la concentration en contaminants est surtout attribuable au débit.

Pour les stations E07[6] et E51 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 ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC) situés à proximité, ont été utilisés.

2.4 Analyse de la qualité de l'eau

Afin de déceler des contaminations dans les cours d'eau étudiés, les données de qualité de l'eau ont été comparées aux critères reconnus pour les rivières du Québec. Pour ce faire, les valeurs seuils des classes de l'Indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau (IQBP) des rivières du Québec (Hébert, 1997) (Tableau 3) et les critères de qualité des eaux de surface proposés par le Ministère (MELCC, 2020a) Tableau 4) ont été utilisés. Les données de qualité de l'eau ont également été mises en relation avec les données pluviométriques ainsi qu'avec les données de qualité de l'eau des années précédentes afin de déceler des améliorations ou des détériorations.

Il est à noter que le seuil d'azote total utilisé est celui du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) datant de 2012, et ce, même si ce dernier l'a aboli depuis. Ce seuil a été conservé à des fins de comparaisons interannuelles. Selon ce critère, l'hypothèse d'une surfertilisation du milieu aquatique peut être avancée lorsque la concentration d'azote total est supérieure à 1 mg/l.

Ainsi, pour l'eau de surface, un dépassement est considéré lorsque la donnée dépasse les valeurs seuils compilées au Tableau 5.

Afin de pouvoir évaluer la performance des stations d'épuration des eaux usées, les seuils proposés par le MELCC (2020b et 2020c), Hébert (1997) ainsi que ceux tirés de la littérature (Schwoerbel & Brendelberger, 2005) ont été utilisés (Tableau 6).

Dans le but d'obtenir un portrait global de la qualité de l'eau des rivières, la conductivité spécifique est utilisée comme paramètre intégrateur. En effet, la conductivité spécifique est représentative de la charge de l'eau en matières dissoutes totales et elle permet de détecter certaines contaminations par des éléments non analysés[7]. Pour évaluer la conductivité spécifique, la classification d'Agiro issue de 10 ans de données récoltées dans le cadre du programme de suivi de la qualité de l'eau est utilisée (Tableau 7).

[5] Les débits instantanés sont les débits au moment de l'échantillonnage.
[6] Le débit a été corrigé (x 6,4 %) pour la station E07 conformément à la différence de grandeur du bassin de drainage de cette station par rapport à celle de la station CEHQ #050916 (située à la station E51).
[7] À noter qu'il n'est pas possible de déceler les éléments ayant une influence potentielle sur la conductivité spécifique sans analyses supplémentaires.

L'évolution spatiale de la conductivité spécifique et des ions chlorure dans le bassin versant a été cartographiée à l'aide du logiciel ArcGIS.

Finalement, la majeure partie des données ont été représentées à l'aide de graphiques en boîtes. La figure 6 explique la façon d'interpréter ces graphiques.

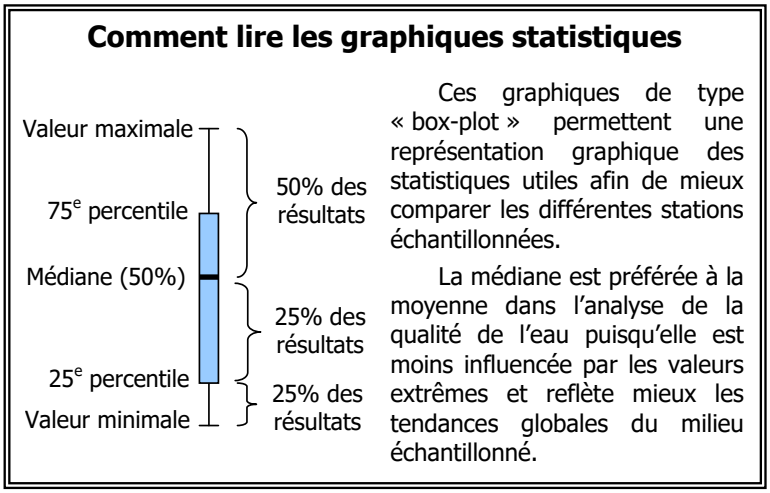


Figure 6 Comment lire les graphiques en boîtes.

Tableau 3 Valeurs seuil des classes de qualité de l'eau de l'IQBP (tiré de Hébert, 1997).

Classes de qualité IQBP	CF (UFC/100 ml)	PT (µg P/l)	MES (mg/l)	O_2 dissous (%)	pH	Chlorophylle *a* (mg/l)	Turbidité (NTU)	Nitrites-nitrates (mg N/l)	Azote ammoniacal (mg N/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

Tableau 4 Critères de qualité de l'eau de surface proposés par le Ministère (MELCC, 2020a).

Paramètre	Critère de qualité	Objectif du critère
PT (µg P/l)	30*	Vise à limiter la croissance excessive d'algues et de plantes aquatiques dans les ruisseaux et les rivières.
CF (UFC/100 ml) Protection des activités récréatives et de l'esthétique	≤ 200	Permet tous les usages récréatifs.
	201-1000	Les usages où il y a contact direct avec l'eau sont compromis.
	> 1000	Tous les usages récréatifs sont compromis.
** Cette valeur protectrice pour les cours d'eau n'assure pas toujours la protection des lacs en aval.*		

Tableau 5 Seuils pour l'évaluation de la qualité de l'eau de surface.

Paramètre	Seuil	Description
CF[8] (UFC/100 ml)	1000	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
PT (µg P/l)	30	Valeur recommandée par le Ministère. (MELCC, 2020a)
MES (mg/l)	13	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
NT (mg N/l)	1	Seuil du MDDEP datant de 2012 maintenant aboli, mais utilisé à titre de comparaisons interannuelles.
Nitrites-nitrates (mg N/l)	1	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
Azote ammoniacal (µg N/l)	500	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)

Tableau 6 Seuils pour l'évaluation de la performance des stations d'épuration des eaux usées.

Paramètre	Seuil	Description
MES (mg/l)	25	Norme de performance pancanadienne. (Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales (MELCC, 2020b))
PT (µg P/l)	300	Exigence pour un rejet existant en amont d'un lac prioritaire. (Position ministérielle sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eaux usées domestiques (MELCC, 2020c))
NT (mg N/l)	2-4	Seuil proposé des rejets d'eaux usées traitées pour la protection des lacs. (Schwoerbel & Brendelberger, 2005)
Nitrites-nitrates (mg N/l)	1	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)
Azote ammoniacal (µg N/l)	500	Valeur maximale de la classe « satisfaisante » de l'IQBP. (Hébert, 1997)

[8] À noter que depuis 2018, ce sont les *E. coli* qui sont mesurées par le laboratoire de la Ville de Québec. Frédéric Aubin, microbiologiste au laboratoire de la Ville de Québec, a indiqué qu'avec l'expérience des techniciennes, les CF identifiés dans les années antérieures à 2018 étaient à 90-95 % des *E. coli*. Ainsi, pour l'analyse des données, les seuils pour les CF seront appliqués aux données d'*E. coli*.

La classification de conductivité spécifique présentée au tableau ci-dessous se base sur plus de 10 ans de données récoltées dans le cadre du programme de suivi de la qualité de l'eau d'Agiro. Cette classification est plus spécifique et représentative pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles situé sur le bouclier canadien.

Tableau 7 Classification de la conductivité spécifique établie par Agiro pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles.

Classe	Conductivité spécifique (µS/cm)
	0,00 – 49,99
	50,00 – 99,99
	100,00 – 149,99
	150,00 – 249,00
	250,00 – 399,99
	400,00 – 999,99
	>1000,00

Notes :
Une augmentation amont-aval de la conductivité spécifique est en partie due à l'augmentation naturelle de la charge ionique et des contaminants.
Notons aussi que la conductivité spécifique peut également être influencée davantage par les ions chlorure en provenance des sels de déglaçage et des abrasifs que par l'apport d'autres éléments tels que les nutriments.
L'ordre du cours d'eau, les variations intrinsèques ainsi que la pluviométrie sont aussi des facteurs influençant la conductivité spécifique.
La conductivité spécifique de l'eau pure est égale à 0. Pour les eaux de lacs de tête et à l'état naturel du bouclier canadien, la conductivité spécifique se situe entre 20 et 50 µS/cm, voire même inférieure à 20 µS/cm.

3 Analyses des données

3.1 Régimes de précipitations et de débits

Les régimes de précipitations et de débits pour 2019 sont respectivement présentés aux figures 7 et 8. En 2019, les précipitations ont été plus importantes au printemps et à l'automne, ce qui s'observe en conséquence sur les débits mesurés. L'annexe 4 présente les précipitations enregistrées en 2015 et 2017.

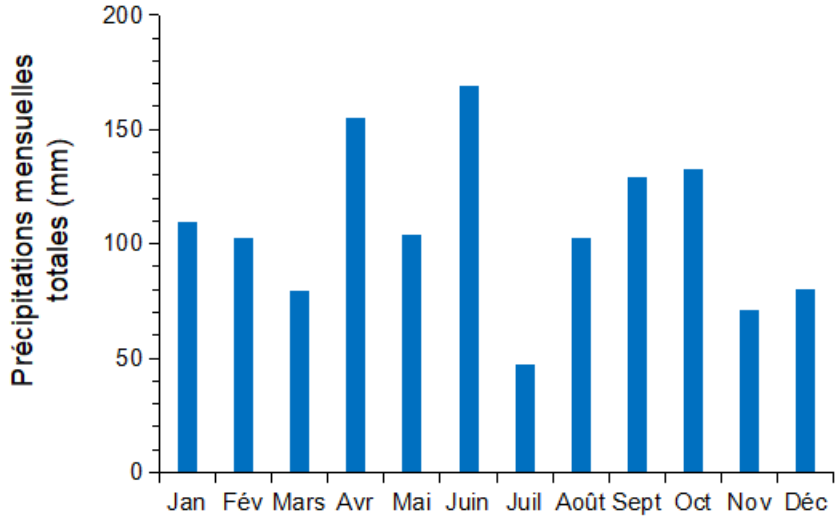


Figure 7 **Précipitations mensuelles totales en 2019 (données mesurées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).**

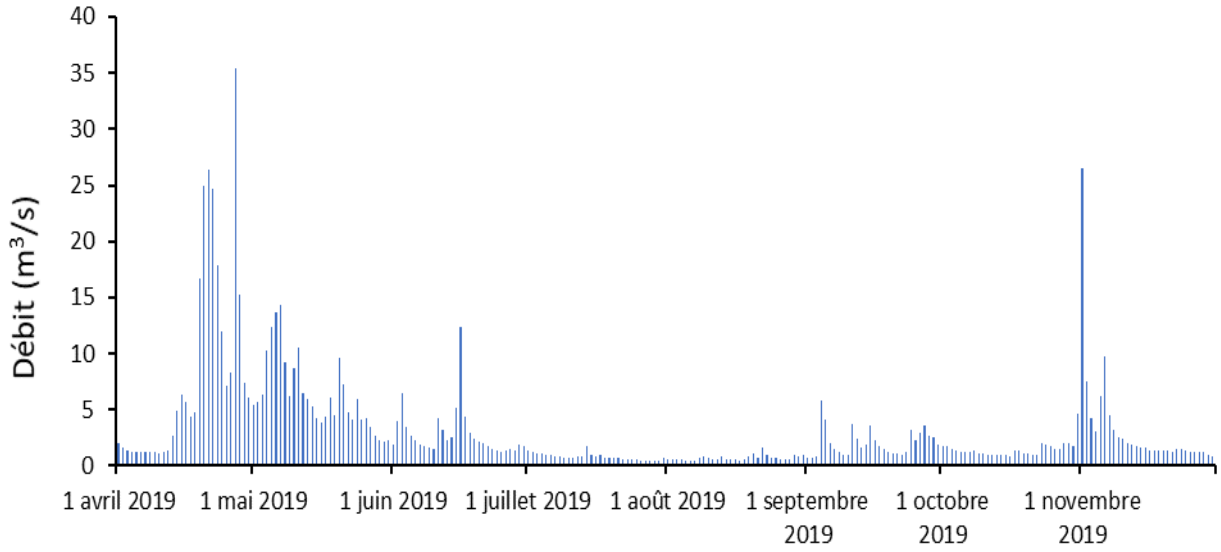


Figure 8 **Débits journaliers moyens enregistrés par le MELCC à la station hydrométrique située sur la rivière des Hurons en 2019.**

3.2 Conductivité spécifique

Les valeurs moyennes de conductivité spécifique (paramètre intégrateur) dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles pour 2019 sont présentées sous forme cartographique à la figure 9. Sur cette carte, il est possible de voir que certaines stations sont plus impactées que d'autres et qu'il y a une augmentation amont-aval de la conductivité spécifique au sein des cours d'eau du territoire.

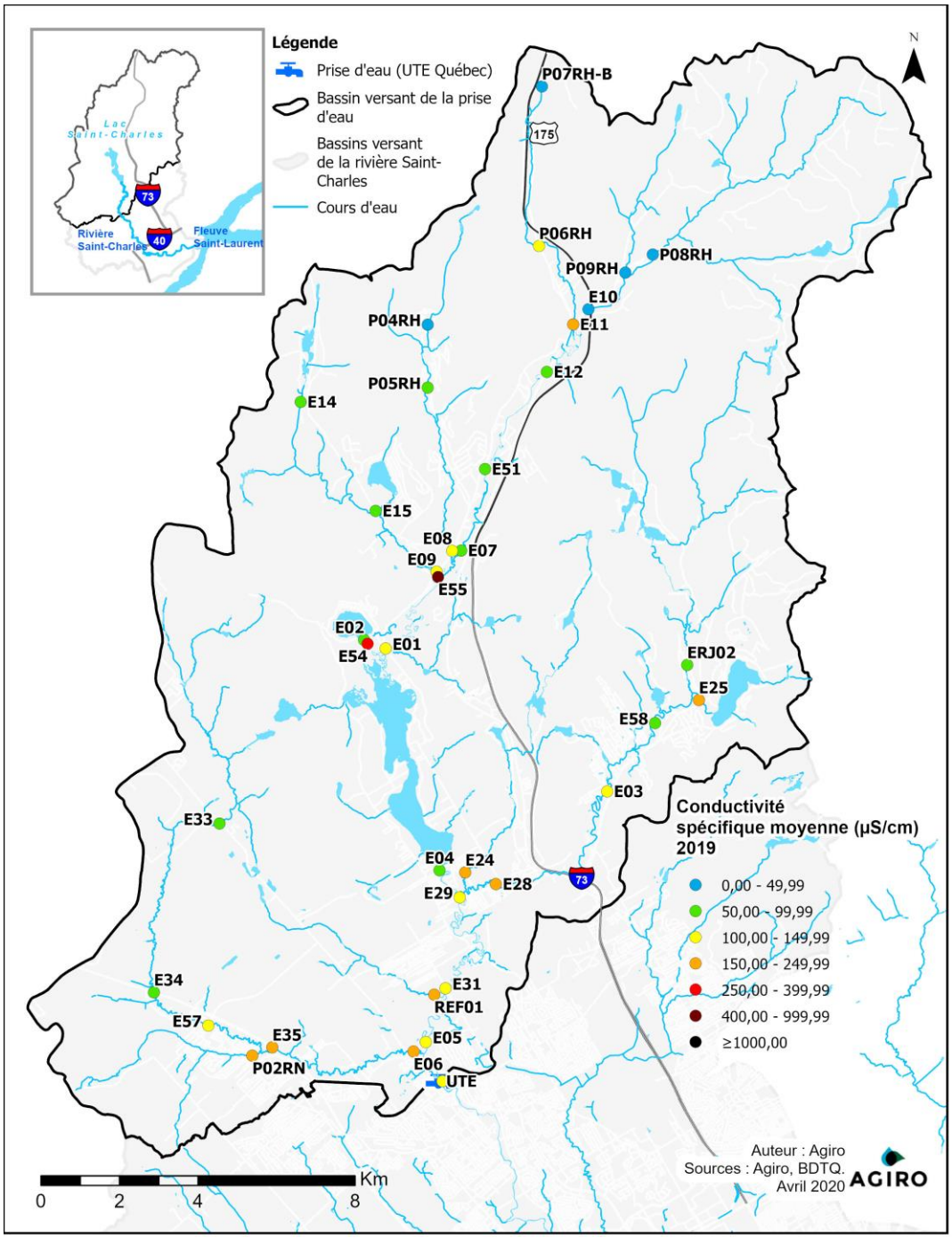


Figure 9 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.**

Les figures 10 et 11 illustrent l'évolution de la conductivité spécifique à la station E01, située sur la rivière des Hurons, principal affluent du lac Saint-Charles, et à la station E04, effluent du lac Saint-Charles. La tendance observée aux stations E01 et E04 est cohérente avec les observations dans le lac Saint-Charles.

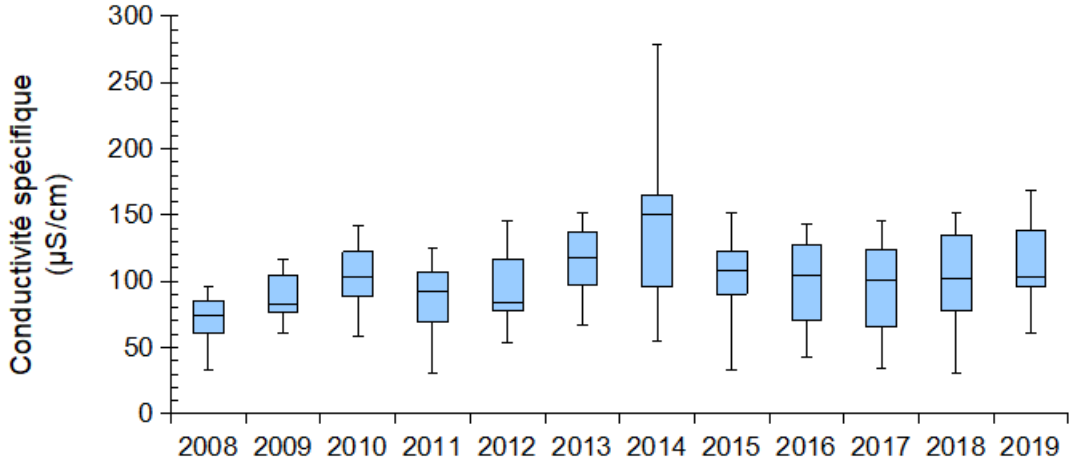


Figure 10 Évolution de la conductivité spécifique à la station E01 (rivière des Hurons) de 2008 à 2019.[9]

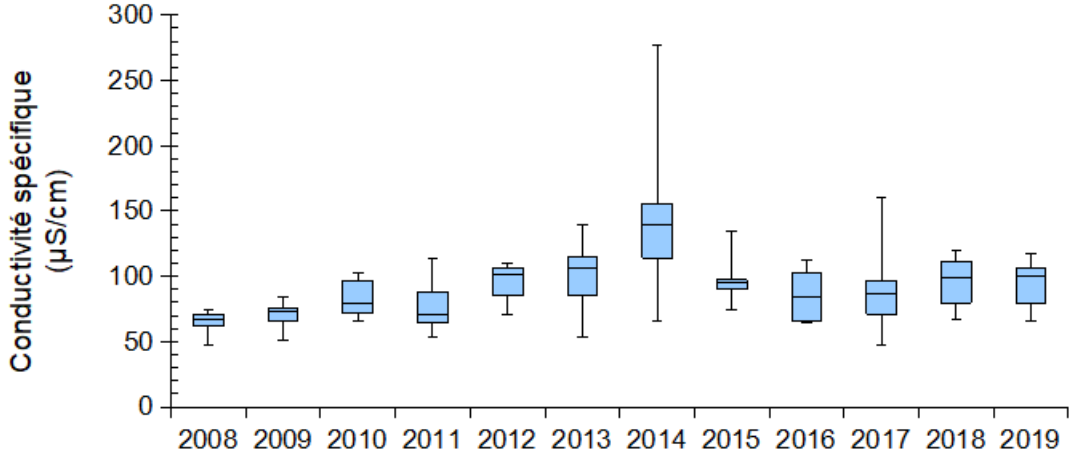


Figure 11 Évolution de la conductivité spécifique à la station E04 (effluent du lac Saint-Charles) de 2008 à 2019.[10]

L'évolution de la conductivité spécifique de 2011 à 2019 pour les stations intégratrices du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles est illustrée aux graphiques de l'annexe 5.

La figure 12 présente les concentrations moyennes en ions chlorure pour les stations échantillonnées en 2019. Globalement, une augmentation amont-aval des ions chlorure est observée dans les cours d'eau du haut-bassin versant.

[9] Les données de 2017 à 2019 ont été mesurées avec une sonde EXO V2, celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2 et celles de 2008 à 2010 avec une sonde HI 9828.
[10] Les données de 2017 à 2019 ont été mesurées avec une sonde EXO V2, celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2 et celles de 2008 à 2010 avec une sonde HI 9828.

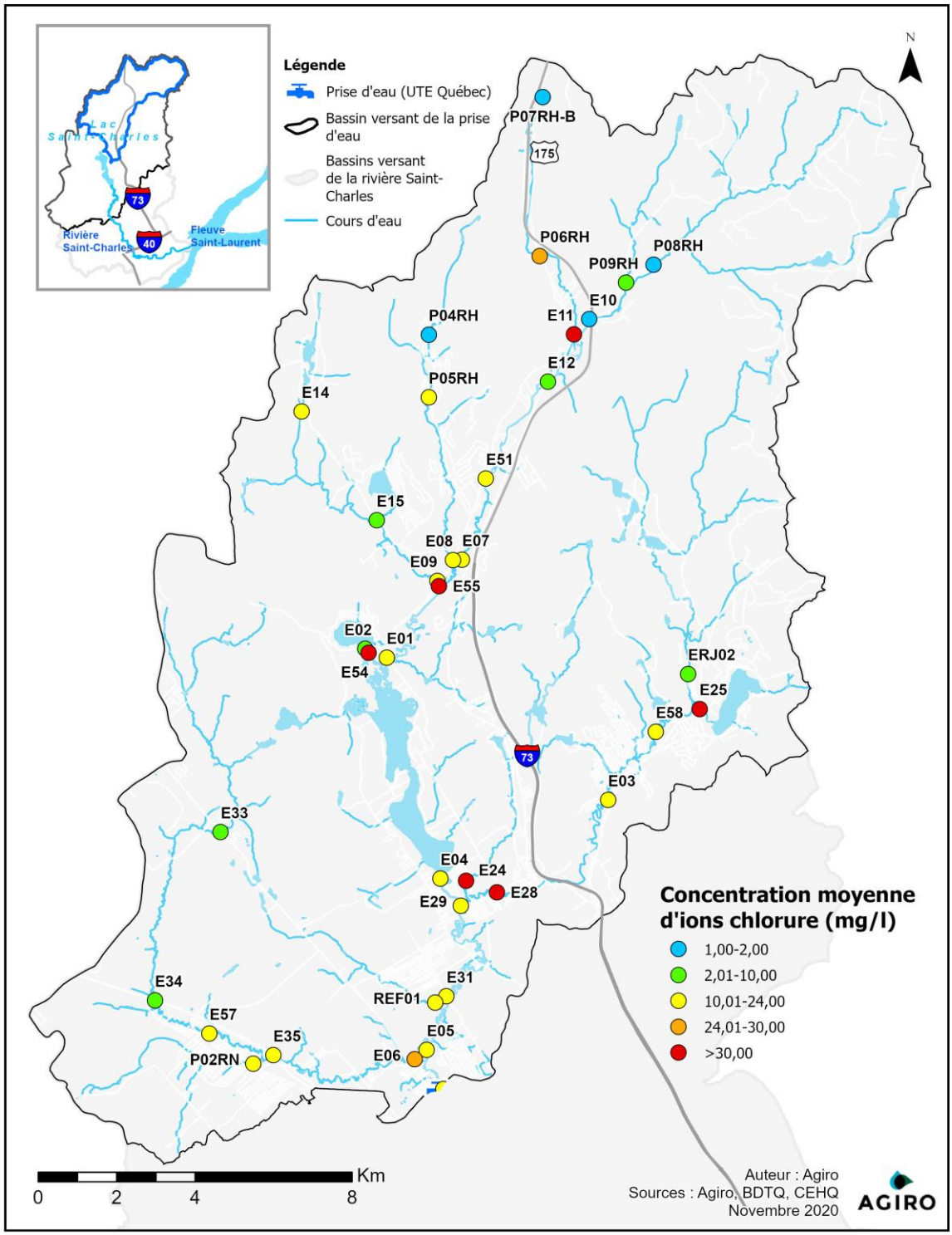


Figure 12 Représentation cartographique des concentrations moyennes d'ions chlorure dans le haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.

Rappelons qu'à l'installation de traitement d'eau potable de la Ville de Québec située sur la rivière Saint-Charles, une augmentation constante des ions chlorure est constatée depuis quatre décennies (figure 13).

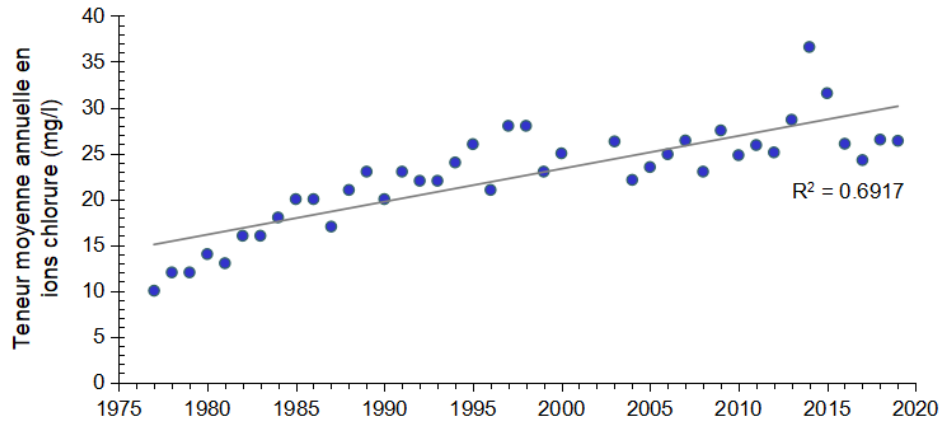


Figure 13 Évolution de la concentration d'ions chlorure à l'installation de traitement d'eau potable de la Ville de Québec située sur la rivière Saint-Charles entre 1977 et 2019 (adapté de Ville de Québec, 2020).

Pour les stations d'eaux naturelles, les concentrations d'ions chlorure sont étroitement corrélées à celles de la conductivité spécifique. Pour les stations d'eaux usées, les ions chlorure n'expliquent pas complètement les valeurs de conductivité spécifique mesurées. D'autres éléments, tels que les nutriments, contribuent de manière plus importante à la conductivité spécifique. Ce constat est illustré à la figure 14.

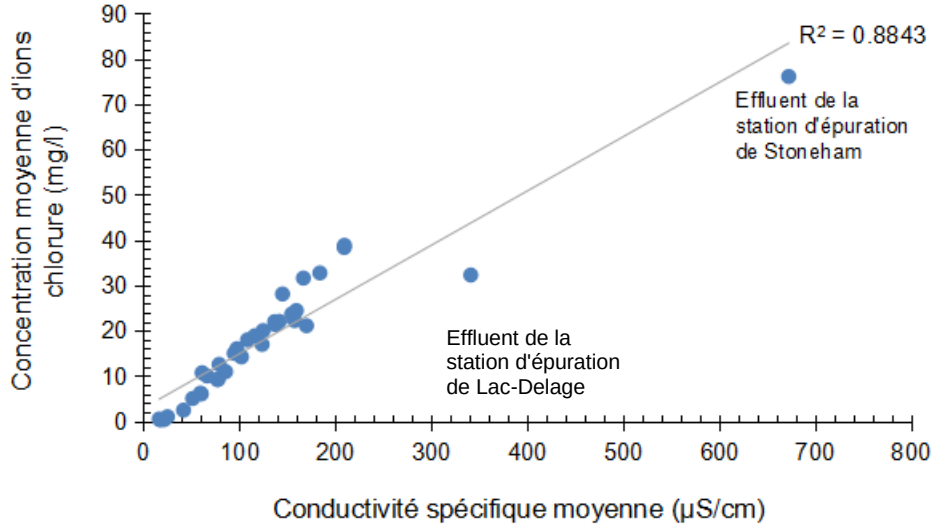


Figure 14 Corrélation entre les ions chlorure et la conductivité spécifique pour les stations échantillonnées en 2019.

3.3 Analyse par sous-bassin versant

À la lumière des résultats de 2019, chaque cours d'eau à l'étude présente une problématique spécifique qui sera décrite dans les sections qui suivent.

Puisque la turbidité est étroitement corrélée aux MES, seules les données de MES sont présentées dans le corps du texte. Celles de turbidité seront présentées en annexe.

3.3.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

Le Tableau 8 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2019 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 soulignées correspondent aux stations témoins.

Tableau 8 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière des Hurons.

Station	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).
P09RH	à la Loutre	Connaître la qualité de l'eau de la rivière à la Loutre avant qu'elle se jette dans la rivière des Hurons (analyse du triangle).	Rue de la Presqu'île (1er ponceau).
E10	des Hurons	Station en amont de la confluence avec la rivière Noire. Suivi des travaux de prolongement de la route 175 (2010-2013) et suivi des sels de voirie après la mise en service de la route 175.	Chemin Whalen, sur le bord de l'ancien pont, en aval du nouveau pont de la route 175.
P07RH-B	Noire	Station témoin en amont de la rivière Noire.	Boulevard Talbot à la hauteur du 3160.
P06RH	Noire	Connaître la qualité de l'eau à mi-chemin entre la station témoin (P07RH-B) et la station avant la confluence avec la rivière des Hurons (E11) (section de la rivière).	Boulevard Talbot, au pont situé à environ 200 m au Nord du Chemin Ouellet.
E11	Noire	Station en amont de la confluence avec la rivière des Hurons. Suivi des travaux de prolongement de la route 175 (2010–2013) et des sels de voirie après la mise en service de la route 175.	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.	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.	Un peu en aval du pont de la route 371 au sud de Stoneham-et-Tewkesbury.
P04RH	Hibou	Station témoin en amont de la station touristique Stoneham. Connaître la qualité de l'eau en amont des zones habitées.	Chemin des Alpins, en amont de la station touristique Stoneham.
P05RH	Hibou	Connaître l'influence de la station touristique Stoneham et du développement des Grands Ducs à Stoneham-et-Tewkesbury sur la qualité de l'eau.	Chemin Bon-Air.
E08	Hibou	Connaître la qualité de l'eau de la rivière Hibou avant qu'elle se jette dans la rivière des Hurons (analyse du triangle).	En amont du pont du chemin de la Grande-Ligne.
E55	des Hurons	Effluent de 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 du ruisseau 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.

Station	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E15	Trois Petits Lacs	Station en aval d'une carrière de sable et d'un ancien dépotoir à déchets et en amont d'un secteur habité.	Pont sur l'avenue Tewkesbury (no 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 la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière des Hurons et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2019. Les figures 16 à 23 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 9 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière des Hurons, d'amont en aval.

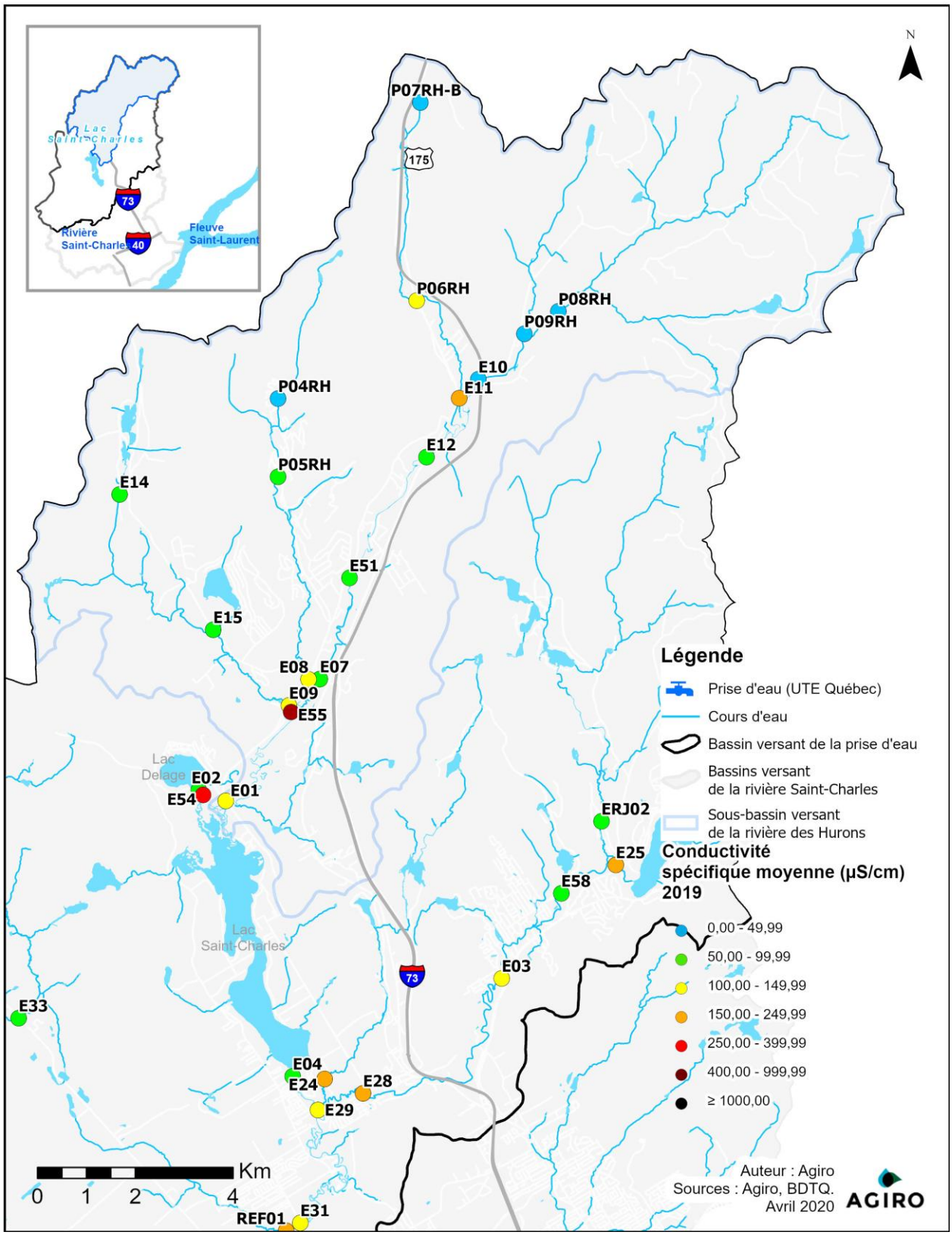


Figure 15 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.**

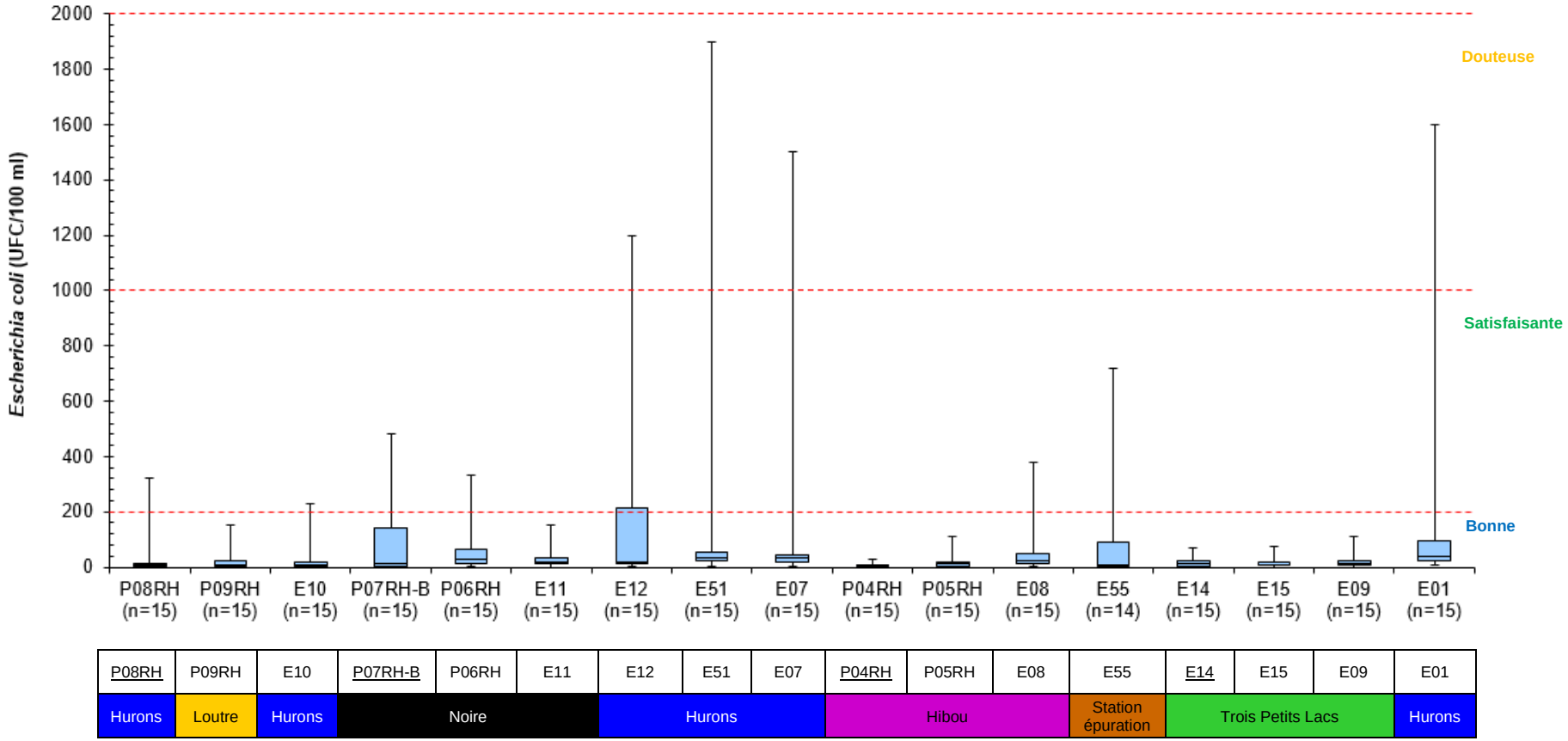


Figure 16 Concentrations d'*E. coli* mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.

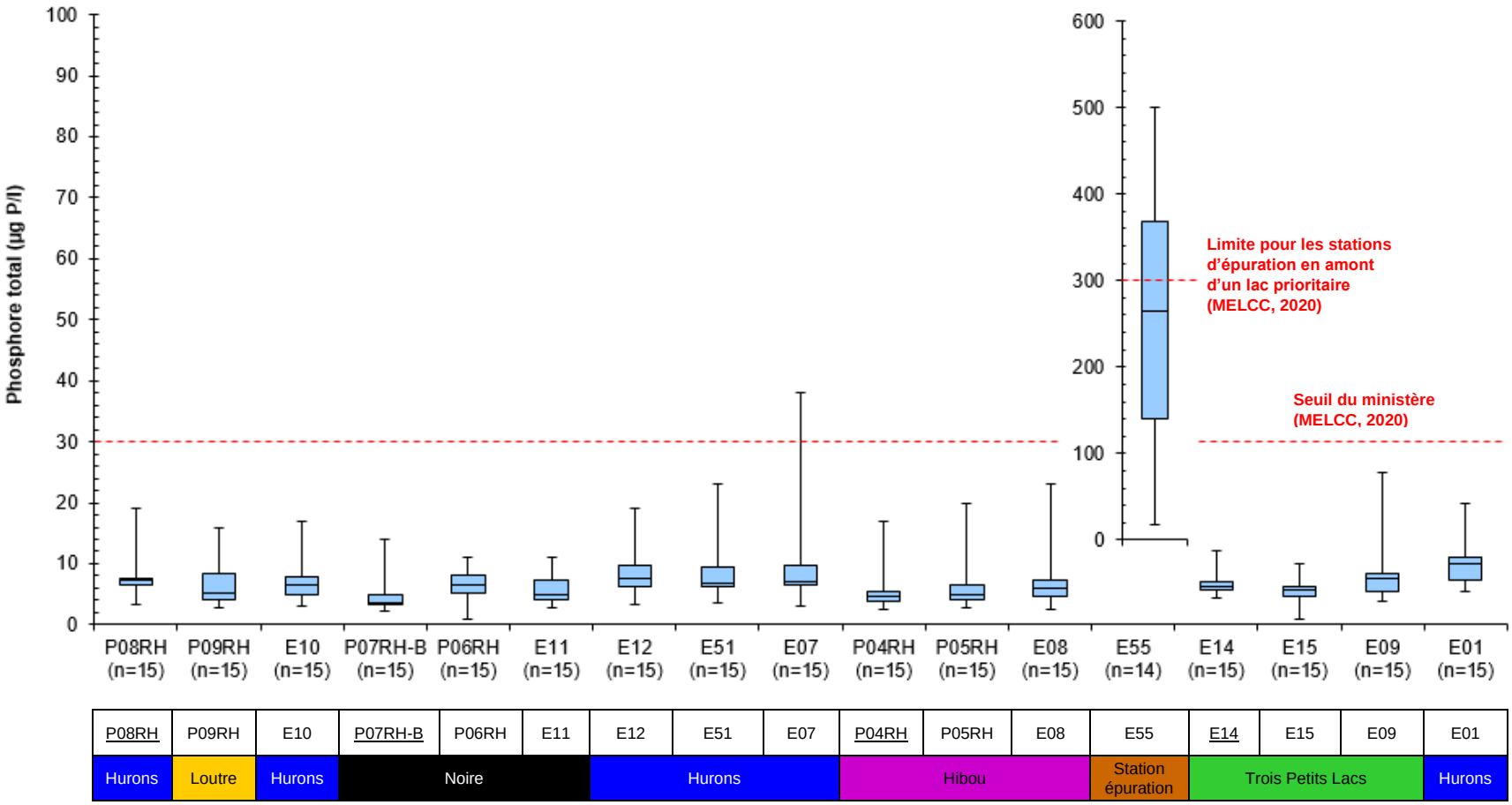
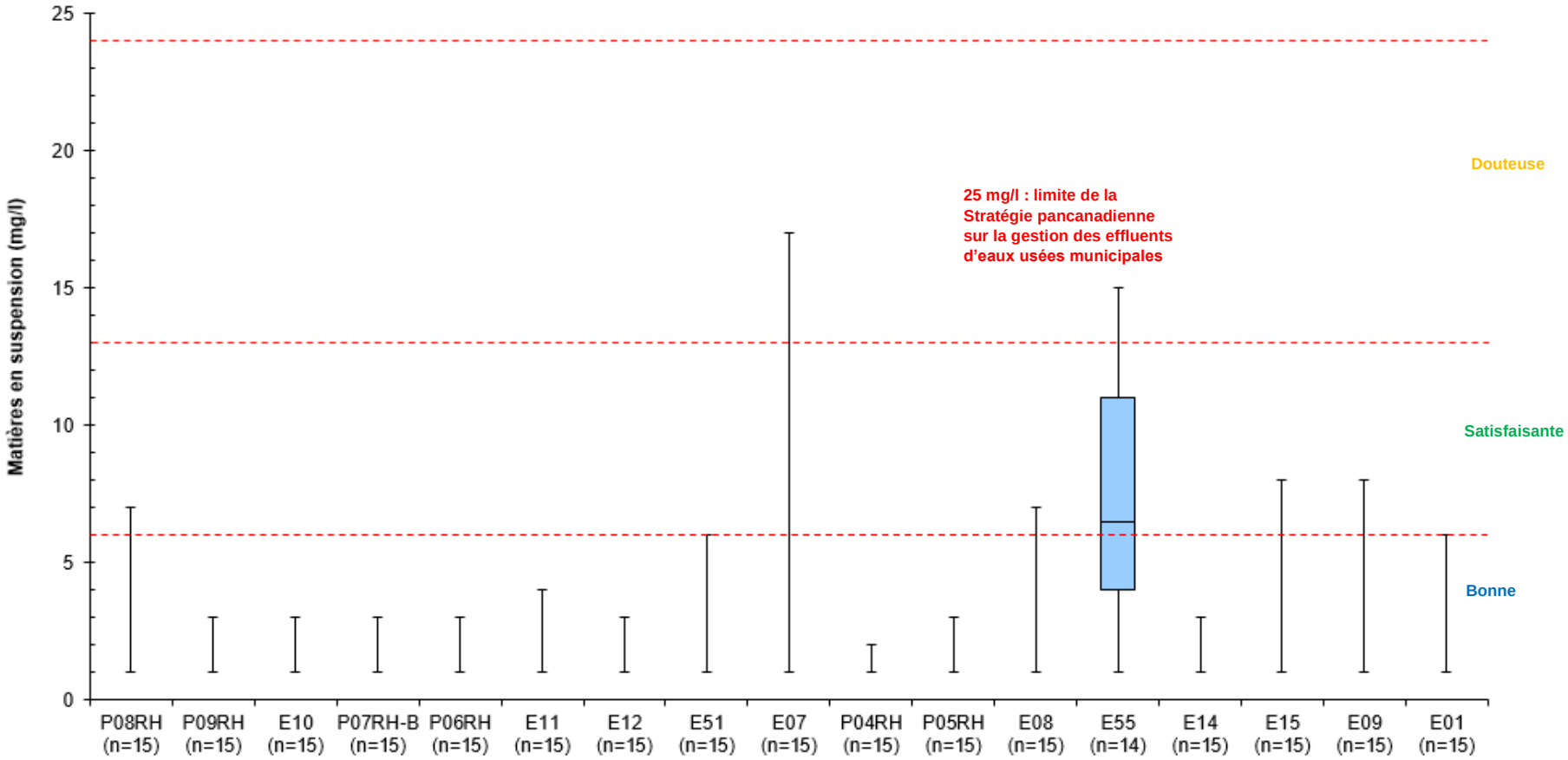


Figure 17 **Concentrations de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.**



P08RH	P09RH	E10	P07RH-B	P06RH	E11	E12	E51	E07	P04RH	P05RH	E08	E55	E14	E15	E09	E01
Hurons	Loutre	Hurons	Noire			Hurons			Hibou			Station épuration	Trois Petits Lacs			Hurons

Figure 18 Concentrations de matières en suspension mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.

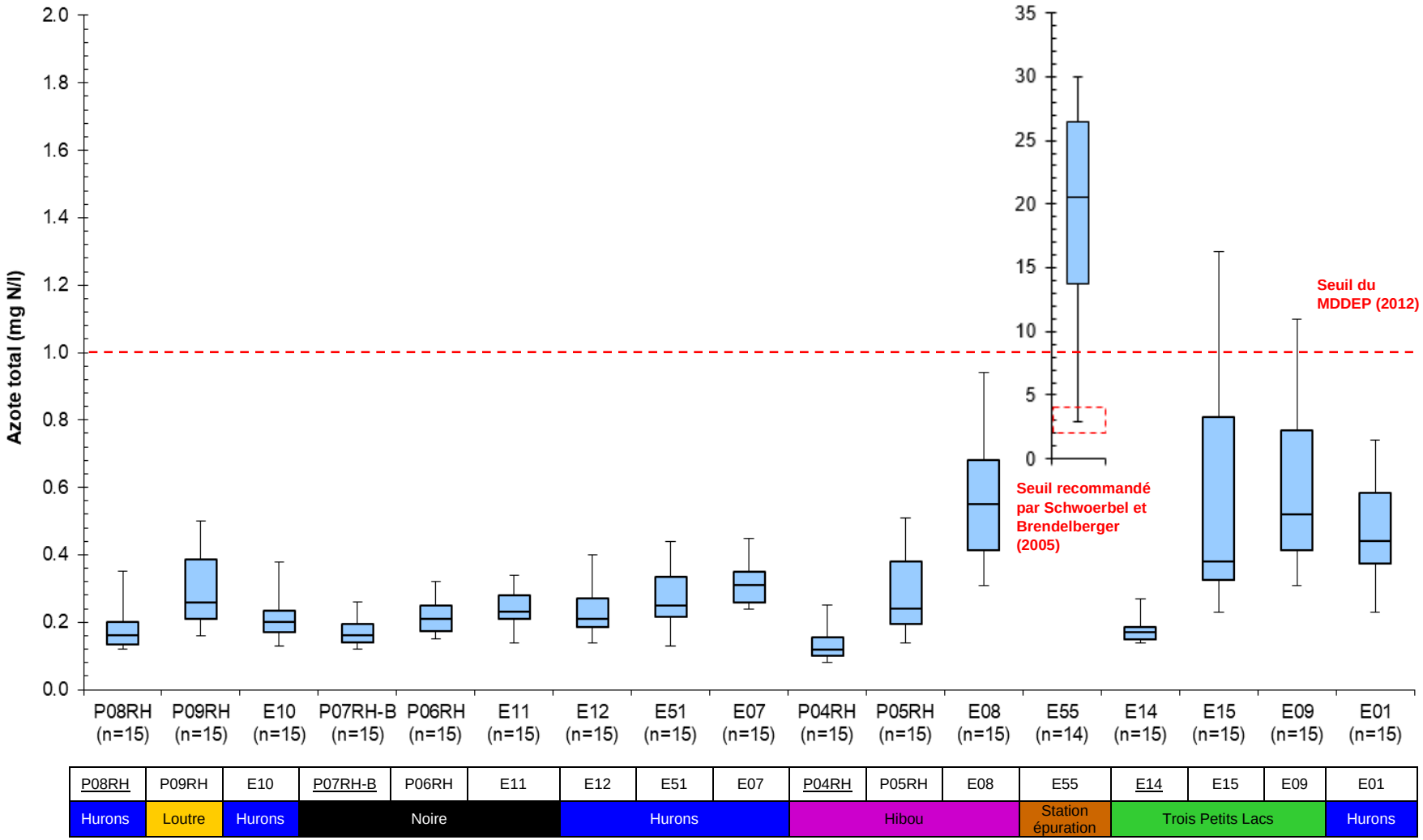
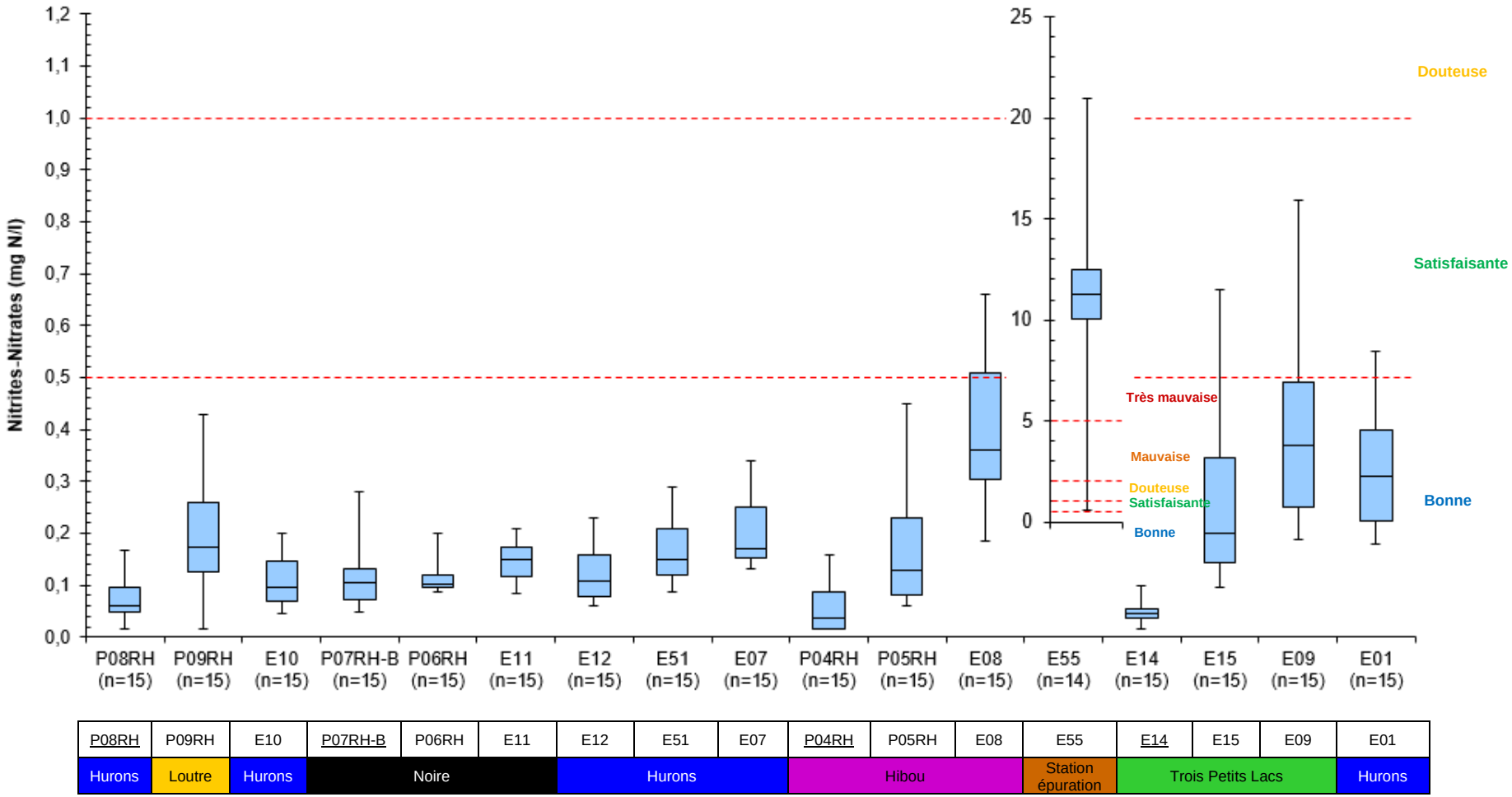
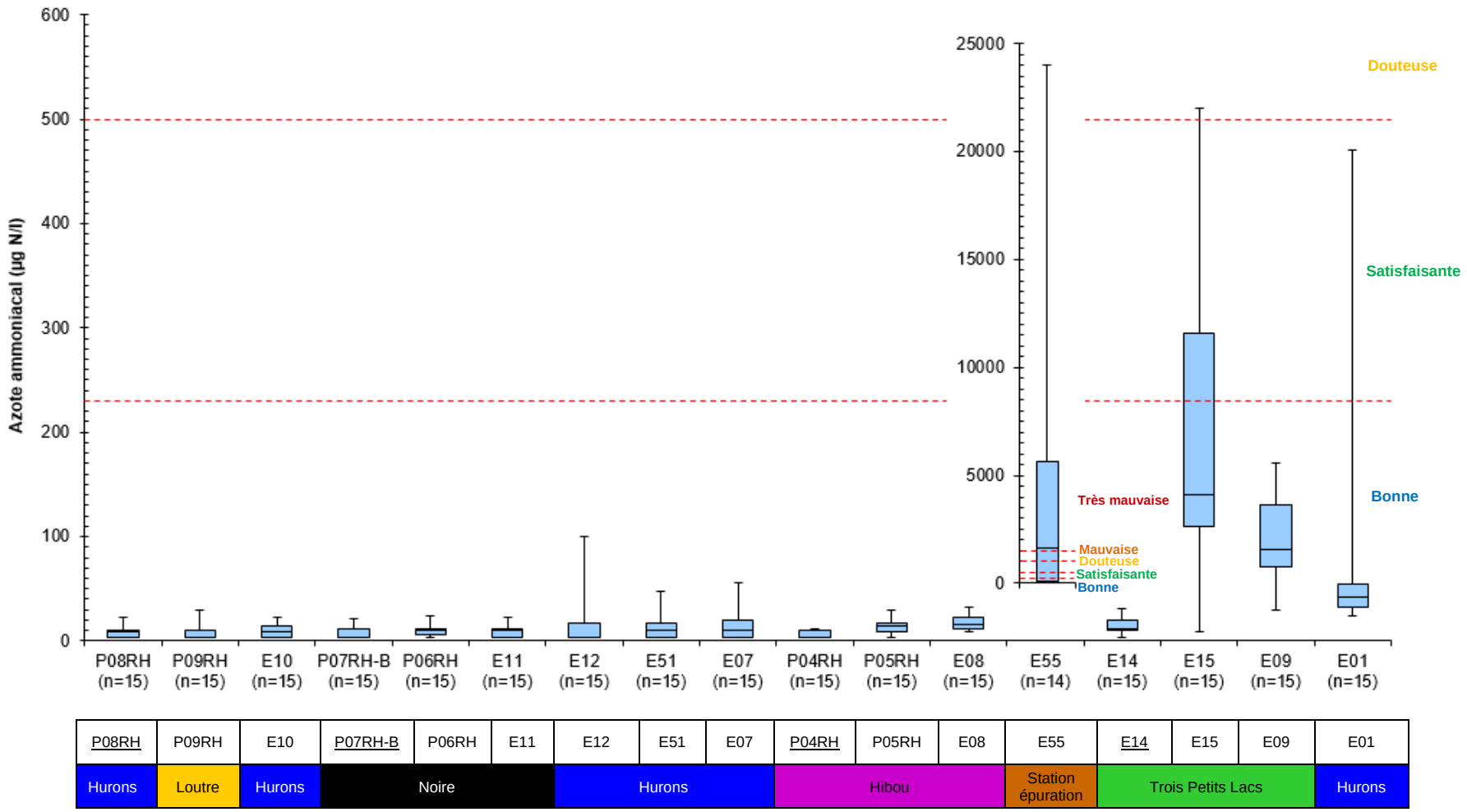


Figure 19 **Concentrations d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.**



P08RH	P09RH	E10	P07RH-B	P06RH	E11	E12	E51	E07	P04RH	P05RH	E08	E55	E14	E15	E09	E01
Hurons	Loutre	Hurons	Noire			Hurons			Hibou			Station épuration	Trois Petits Lacs			Hurons

Figure 20 Concentrations de nitrites-nitrates mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.



P08RH	P09RH	E10	P07RH-B	P06RH	E11	E12	E51	E07	P04RH	P05RH	E08	E55	E14	E15	E09	E01
Hurons	Loutre	Hurons	Noire			Hurons			Hibou			Station épuration	Trois Petits Lacs			Hurons

Figure 21 Concentrations d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.

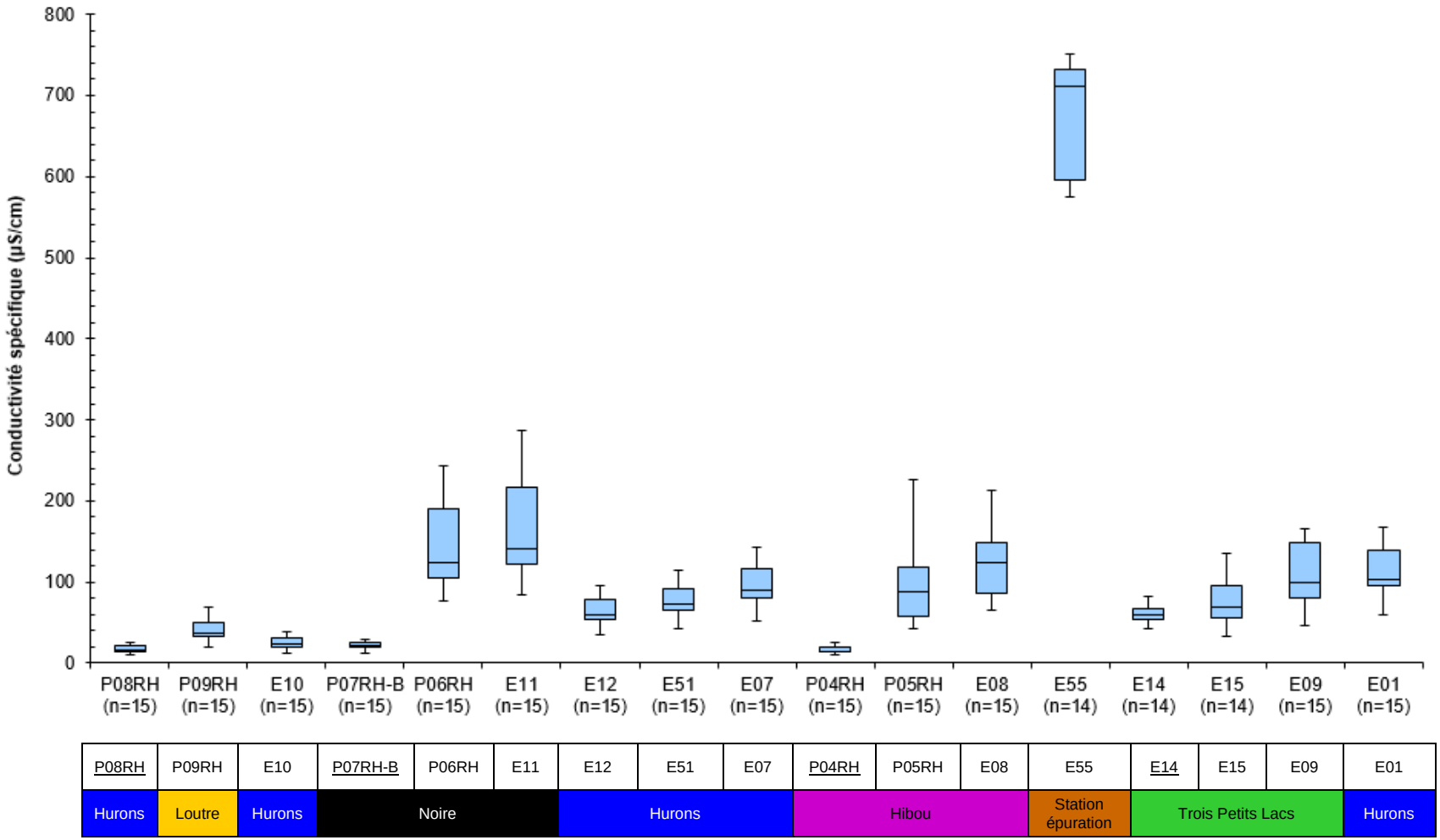
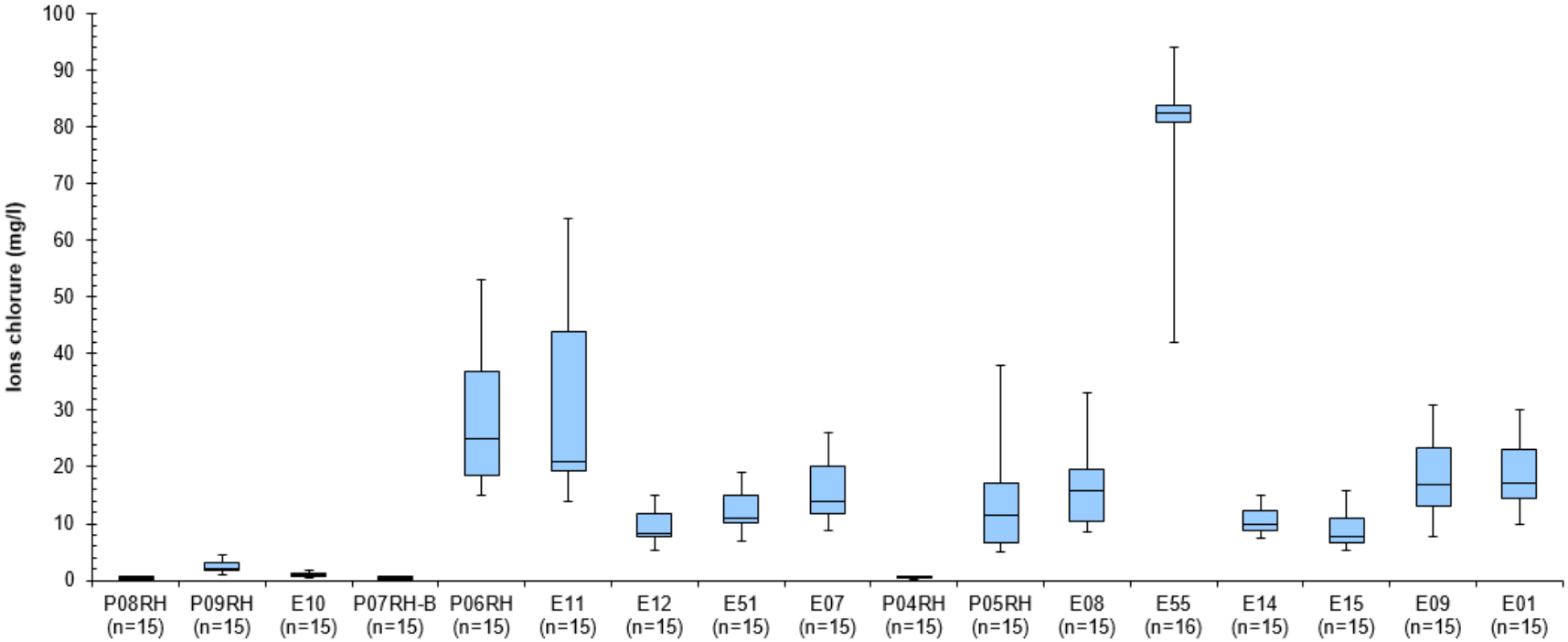


Figure 22 Valeurs de conductivité spécifique mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.



P08RH	P09RH	E10	P07RH-B	P06RH	E11	E12	E51	E07	P04RH	P05RH	E08	E55	E14	E15	E09	E01
Hurons	Loutre	Hurons	Noire			Hurons			Hibou			Station épuration	Trois Petits Lacs			Hurons

Figure 23 Concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019

Tableau 9 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications/notes
P08RH **des Hurons** rue de la Presqu'île	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 320 UFC/100 ml a été mesurée le 20 août. Cette valeur est associée à d'importants épisodes de pluie les deux jours précédant l'échantillonnage.
P09RH **à la Loutre** rue de la Presqu'île	Aucun dépassement	n = 0/15		
E10 **des Hurons** ch. Whalen	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 230 UFC/100 ml a été mesurée le 20 août. Cette valeur est associée à d'importants épisodes de pluie les deux jours précédant l'échantillonnage.
P07RH-B **Noire** boul. Talbot	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 440 UFC/100 ml a été mesurée le 22 juillet et une valeur de 480 UFC/100 ml le 7 août. La valeur du 22 juillet est associée à une faible pluie le jour précédant l'échantillonnage. Pour le 7 août, aucune précipitation n'a eu lieu dans les trois jours précédant l'échantillon ni le jour même. Aucune observation terrain particulière n'a été faite pour ces échantillonnages. La cause de ces dépassements reste inconnue.
P06RH **Noire** boul. Talbot	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 230 UFC/100 ml a été mesurée le 7 août ainsi que des valeurs de 330 UFC/100 ml et 290 UFC/100 ml respectivement mesurées le 20 août et le 17 octobre. Pour le 7 août, aucune précipitation n'a eu lieu dans les trois jours précédant l'échantillon ni le jour même. Aucune observation terrain particulière n'a été faite pour cet échantillonnage. La cause de cette valeur reste inconnue. La valeur du 20 août est associée à d'importants épisodes de pluie les deux jours précédant l'échantillonnage. La valeur du 17 octobre est associée à des épisodes de pluie les deux jours précédant l'échantillonnage.
E11 **Noire** ch. St-Edmond	Aucun dépassement	n = 0/15		
E12 **des Hurons** boul. Talbot	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	30 mai 26 juin	30 mai : Dépassement associé à un temps sec. Aucune observation terrain particulière n'a été faite. La cause du dépassement reste inconnue. 26 juin : Dépassement associé à des épisodes de pluie le jour précédant l'échantillonnage et pendant l'échantillonnage. Une valeur de 330 UFC/100 ml a aussi été

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications/notes
				mesurée le 15 mai ainsi qu'une valeur de 360 UFC/ml le 20 août. La valeur du 15 mai est associée à un temps sec alors que celle du 20 août est associée à des épisodes de pluie les deux jours qui ont précédé l'échantillonnage.
E51 **des Hurons** rue Crawford	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 2/15	26 juin 17 oct.	26 juin : Dépassement associé à des épisodes de pluie avant et pendant l'échantillonnage. 17 octobre : Dépassement associé à des épisodes de pluie avant et pendant l'échantillonnage. Une valeur de 370 UFC/100 ml a aussi été mesurée le 20 août. Cette valeur est associée à des épisodes de pluie les deux jours qui ont précédé l'échantillonnage.
E07 **des Hurons** route 371	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	26 juin	24 avril : Dépassement associé à une faible pluie le jour de l'échantillonnage. Aucune observation terrain particulière. 26 juin : Dépassement associé à des épisodes de pluie avant et pendant l'échantillonnage. 20 août : Dépassement associé à des épisodes de pluie les deux jours qui ont précédé l'échantillonnage. Ces épisodes de pluie ont également influencé les *E. coli* : une valeur de 410 UFC/100 ml a été mesurée.
	PT (> 30 µg P/l)	n = 1/15	20 août	
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	24 avril	
P04RH **Hibou** ch. des Alpins	Aucun dépassement	n = 0/15		
P05RH **Hibou** ch. Bon-Air	Aucun dépassement	n = 0/15		
E08 **Hibou** ch. de la Grande-Ligne	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 380 UFC/100 ml a été mesurée le 17 septembre. Cette valeur est associée à un temps sec. Un important épisode de pluie a toutefois eu lieu trois jours avant l'échantillonnage.
E55 **Station d'épuration Stoneham-et-Tewkesbury**	PT (> 300 µg P/l)	n = 5/14	13 juin 26 juin 10 juil. 22 juil. 7 août	Le seuil visé pour une station d'épuration en amont d'un lac prioritaire (300 µg P/l) est dépassé 36 % du temps.
	Nitrites-Nitrates (> 1 mg N/l)	n = 13/14	Toutes sauf le 22 juil.	Les apports en nitrites-nitrates sont considérés importants 93 % du temps.
	Azote ammoniacal (> 500 µg N/l)	n = 9/14	15 mai 30 mai 13 juin 26 juin	Les apports en azote ammoniacal sont considérés importants 64 % du temps.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date(s)	Explications/notes
			10 juil. 22 juil. 7 août 28 oct. 13 nov.	
	NT (> 4 mg N/l)	n = 13/14	Toutes sauf le 10 juil.	Les apports en azote total sont considérés importants 93 % du temps.
E14 **Trois Petits Lacs** ch. de la Vallée	Aucun dépassement	n = 0/15		
E15 **Trois Petits Lacs** av. Tewkesbury	Azote ammoniacal (> 500 µg N/l)	n = 1/15	7 août	10 juillet : Dépassement associé à un temps sec. Aucune observation terrain particulière. 22 juillet : Dépassement associé à un temps sec. Aucune observation terrain particulière. 7 août : Dépassements associés à un temps sec. Aucune observation terrain particulière. Ces dépassements pourraient être associés au lixiviat provenant d'un ancien site d'enfouissement sanitaire situé en amont de la station ou encore à l'apport de sédiments provenant de la sablière en amont du Chemin Plante. La coupe forestière en lien avec le développement domiciliaire pourrait également être une cause.
	NT (> 1 mg N/l)	n = 3/15	10 juil. 22 juil. 7 août	
E09 **Trois Petits Lacs** ch. de la Grande-Ligne	NT (> 1 mg N/l)	n = 1/15	7 août	7 août : Dépassement associé à un temps sec. Aucune observation terrain particulière. La cause de ce dépassement est inconnue et devrait être investiguée lors d'une enquête
E01 **des Hurons** ch. de la Grande-Ligne	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	26 juin	Dépassement associé à des épisodes de pluie avant et pendant l'échantillonnage. Une valeur de 470 UFC/100 ml a aussi été mesurée le 20 août. Cette valeur est associée à des épisodes de pluie survenus pendant les deux jours qui ont précédé l'échantillonnage.

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

Les résultats d'analyse permettent de tirer les constats suivants :

- **P08RH, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.
- P09RH, rivière à la Loutre :
  - Première fois que ce cours d'eau est suivi depuis le début du programme en 2011.
  - Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.

Valeurs moyennes de conductivité spécifique et d'ions chlorure un peu plus élevées qu'aux stations P08RH et E10. La présence d'habitations/chemins dans ce secteur pourrait expliquer cette observation.

	P08RH	P09RH	E10
Conductivité spécifique moyenne (µS/cm)	17	42	25
Ions chlorure moyens (mg/l)	0,3	2,5	1,0

- **E10, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.
- Rivière Noire
  - **P07RH-B** : Nouvelle station témoin en 2019. Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Faible conductivité spécifique moyenne (21 µS/cm). La station P07RH-B semble ainsi être une station plus témoin que la P07RH (voir l'annexe 7). Il serait intéressant, pour les prochains suivis, d'échantillonner la station P07RH ainsi que la station P07RH-B.
  - **P06RH** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Conductivité spécifique moyenne nettement plus élevée qu'à la station P07RH-B (145 µS/cm). Les 9 et 17 septembre, des travaux ont eu lieu sous le pont à proximité de la station d'échantillonnage. Ces travaux n'ont pas eu d'effet sur la qualité de l'eau de la rivière. Les mesures mises en place pour protéger le cours d'eau ont été efficaces.

  - **E11** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Conductivité spécifique moyenne élevée (167 µS/cm).

- L'entretien de la route 175 continue d'avoir un important impact sur la rivière Noire. La concentration d'ions chlorure passe de 0,36 mg/l à la P07RH-B à 28,1 mg/l et 31,6 mg/l pour P06RH et E11 respectivement.
- En 2019, la conductivité spécifique à la station E11 a augmenté comparativement à 2017 (voir l'annexe 7).
- Importante augmentation amont-aval de la conductivité spécifique et des ions chlorure. Augmentation amont-aval des nitrites-nitrates et de l'azote total.

- **E12, rivière des Hurons** : La valeur moyenne pour *E. coli* correspond à une eau de qualité « satisfaisante » alors que les valeurs moyennes pour les autres paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Deux dépassements pour *E. coli* ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. La rivière des Hurons a une bonne capacité de dilution car malgré une conductivité spécifique élevée à la station E11 (166,5 µS/cm), la conductivité spécifique en aval de la confluence avec la rivière Noire est de 66,1 µS/cm.
- **E51, rivière des Hurons** : La valeur moyenne pour *E. coli* correspond à une eau de qualité « satisfaisante » alors que les valeurs moyennes pour les autres paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Deux dépassements pour *E. coli* ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Depuis 2011, la qualité physico-chimique de l'eau s'est améliorée. Une diminution des concentrations moyennes de PT et de MES est observée d'année en année (voir l'annexe 7).

	2011	2013	2015	2017	2019
Moyenne - Phosphore total (µg P/l)	16,0	15,6	15,3	11,8	8,9
Moyenne – Matières en suspension (mg/l)	9,6	4,0	3,5	2,2	1,3

Ces améliorations sont possiblement dues à une diminution globale des travaux dans ce secteur.

- **E07, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Trois dépassements (*E. coli*, PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Comme en 2015 et 2017, aucun dépassement pour les composés azotés n'a été mesuré.
- Les données d'*E. coli* indiquent une problématique de contamination fécale entre les stations E10 et E07 sur la rivière des Hurons (voir le tableau ci-dessous). Une enquête sur la rivière des Hurons et ses tributaires prévue en 2021-2022 permettra de mieux cerner les sources de contamination.

	P08RH	E10	E12	E51	E07	E01
Moyenne *E. coli* (UFC/100 ml)	38	25	218	302	152	179
Nb de dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml	0	0	2	2	1	1
Nb de dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml)	1	1	2	1	1	1

- Rivière Hibou
  - **P04RH** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.
  - **P05RH** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Conductivité spécifique moyenne nettement plus élevée qu'à la station P04RH (99,8 µS/cm à la P05RH versus 16,3 µS/cm à la P04RH). Cela est probablement attribuable à l'augmentation des surfaces imperméables (développement résidentiel des Grands Ducs).
  - **E08** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Les importants travaux du quartier résidentiel des Grands Ducs sont terminés et cela se répercute positivement sur la qualité

de l'eau en ce qui attrait aux MES. Quelques valeurs élevées de nitrites-nitrates ont toutefois été mesurées. Cette observation avait également été faite en 2017. Une enquête sur la rivière des Hurons et ses tributaires prévue en 2021-2022 permettra de mieux cerner les sources de contamination. Conductivité spécifique moyenne élevée (124 µS/cm). Cela indique que l'entretien des routes impacte la rivière Hibou. Aussi, le quartier résidentiel des Grands Ducs a amené une augmentation des superficies imperméables.
    - Augmentation amont-aval des *E. coli*, du PT, des nitrites-nitrates, de l'azote ammoniacal, de l'azote total, de la conductivité spécifique et des ions chlorure.

- E55, station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury
    - Procédé d'épuration : système combinant des étangs aérés et un traitement tertiaire de déphosphatation par filtration granulaire[11].
    - Il n'a pas été possible d'échantillonner cette station à une reprise (24 avril) sur un total de 15 sorties pour la saison 2019 en raison d'un niveau d'eau trop élevé dans la rivière des Hurons.

    - La station d'épuration respectait les normes du ministère pour les MES en tout temps, mais la majorité des données de composés azotés dépassaient les seuils recommandés en amont d'un lac.
    - Pour le PT, dans 64 % des cas, la concentration était inférieure à 300 µg P/l, seuil recommandé en amont d'un lac prioritaire. Des dépassements ont toujours lieu (5), mais une diminution est observée depuis la mise en marche du traitement tertiaire de déphosphatation par filtration granulaire à la fin 2017 (voir l'annexe 7).
    - Augmentation de la conductivité spécifique depuis 2011 qui témoigne d'une hausse de la charge ionique et des ions chlorure (voir l'annexe 7).

- Ruisseau des Trois Petits Lacs
    - **E14** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Dans le bassin versant de la rivière des Hurons, E14 est la station témoin ayant la valeur moyenne de conductivité spécifique la plus élevée (61,0 µS/cm).
    - **E15** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Un dépassement d'azote ammoniacal et trois dépassements de NT ont toutefois été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Dans le bassin versant de la rivière des Hurons, en excluant la station d'épuration, c'est à cette station que l'on retrouve la plus haute concentration moyenne d'azote ammoniacal

[11] C'est grâce à l'entente fédérale-provinciale relative au Fonds pour l'eau potable et le traitement des eaux usées que la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury a pu ajouter un traitement tertiaire de déphosphatation par filtration granulaire au procédé de la station d'épuration. Ce système retiendra le phosphore particulaire préalablement coagulé par un procédé physico-chimique. Ce nouveau système, mis en service en décembre 2017, vise à faire passer la concentration en PT à l'effluent de 0,8 mg P/l à 0,3 mg P/l.

soit 210 µg N/l. De plus, quelques valeurs élevées pour les nitrites-nitrates ont également été mesurées. Une enquête sur la rivière des Hurons et ses tributaires prévue en 2021-2022 permettra de mieux cerner les sources de contamination. La contribution de la sablière et de l'ancien site d'enfouissement aux intrants azotés devra également être vérifiée.

- **E09** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Un dépassement de NT a toutefois été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. Tout comme pour la station E15, il y a quelques valeurs élevées pour les nitrites-nitrates qui ont été mesurées. Conductivité spécifique moyenne élevée (108 µS/cm). Cela indique que l'entretien des routes impacte le ruisseau des Trois Petits Lacs. Aussi, le quartier résidentiel Domaine de Sophia a contribué à augmenter les superficies imperméables.
- Augmentation amont-aval des nitrites-nitrates, de l'azote total et de la conductivité spécifique.

- **E01, rivière des Hurons** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Un dépassement pour les *E. coli* a toutefois été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. Conductivité spécifique moyenne élevée (116 µS/cm). L'entretien des routes ainsi que l'augmentation des surfaces imperméables dans le bassin versant influencent la rivière des Hurons.
- Augmentation amont-aval du PT, des nitrites-nitrates, du NT, de la conductivité spécifique et des ions chlorure.
- En plus des dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml, des dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont eu lieu à plusieurs stations :

Station	Cours d'eau	Nb de dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml	Nb de dépassements du seuil de baignade
P08RH	des Hurons	0	1
E10	des Hurons	0	1
P07RH-B	Noire	0	2
P06RH	Noire	0	3
E12	des Hurons	2	2
E51	des Hurons	2	1
E07	des Hurons	1	1
E08	Hibou	0	1
E55	Eaux usées	0	2
E01	des Hurons	1	1
Total		**6**	**15**

3.3.2 Bassin versant du lac Delage

Le Tableau 10 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2019 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. La station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 10 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant du lac Delage de l'amont vers l'aval.

Station	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	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 carte de la figure 24 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant du lac Delage et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2019. Les figures 25 à 30 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 11 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant du lac Delage, d'amont en aval.

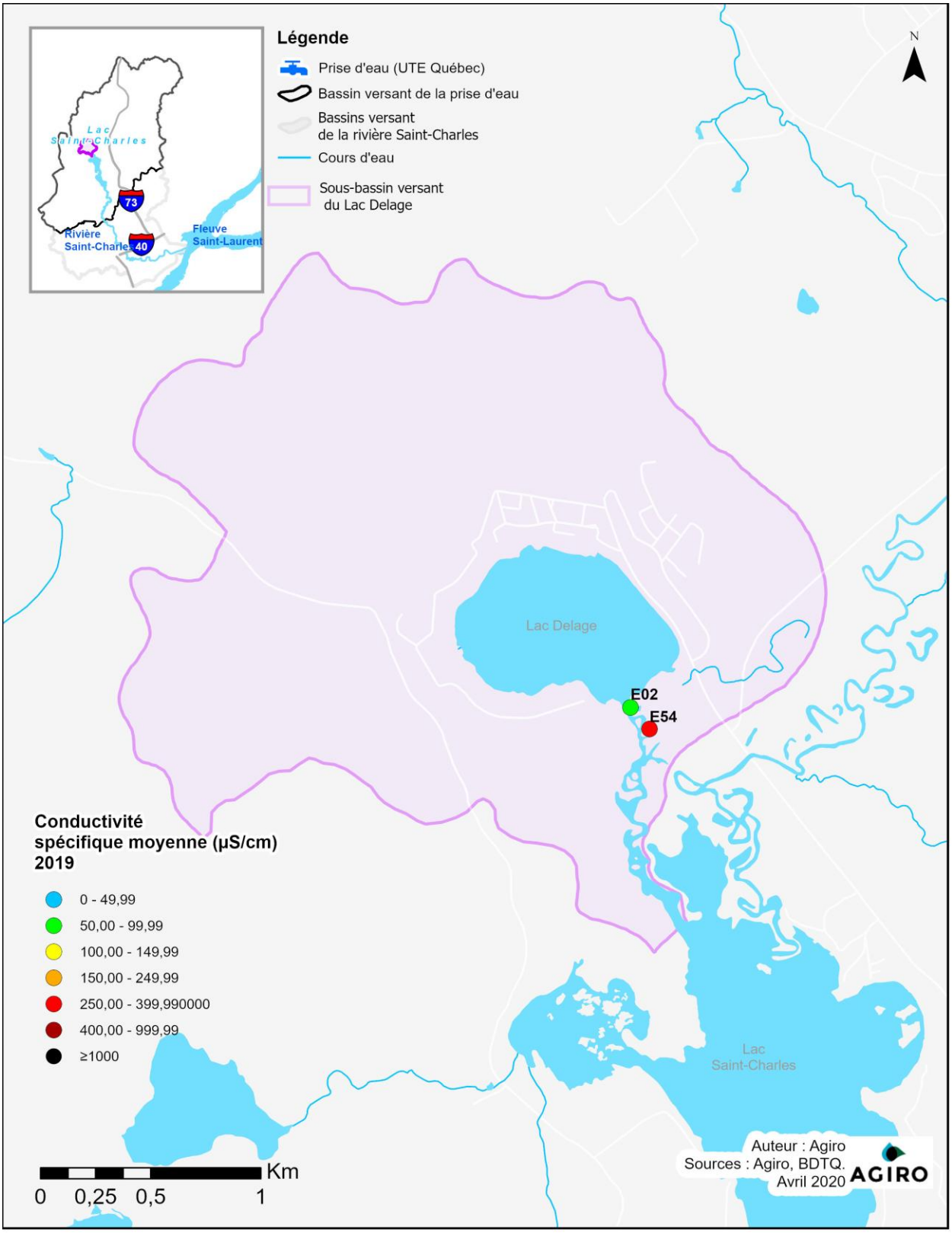


Figure 24 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant du lac Delage en 2019.**

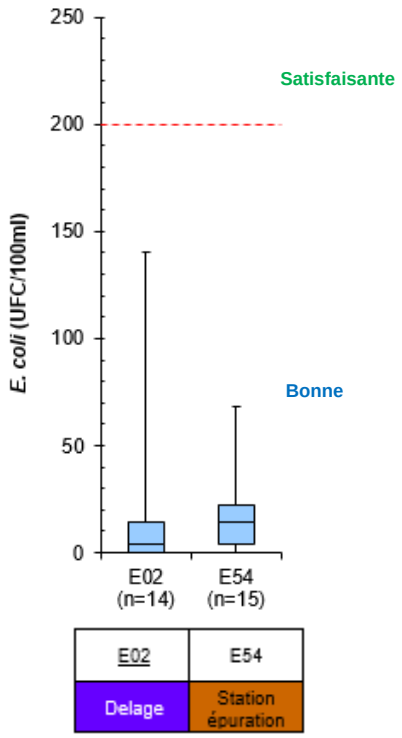


Figure 25 **Concentrations d'*E. coli* mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

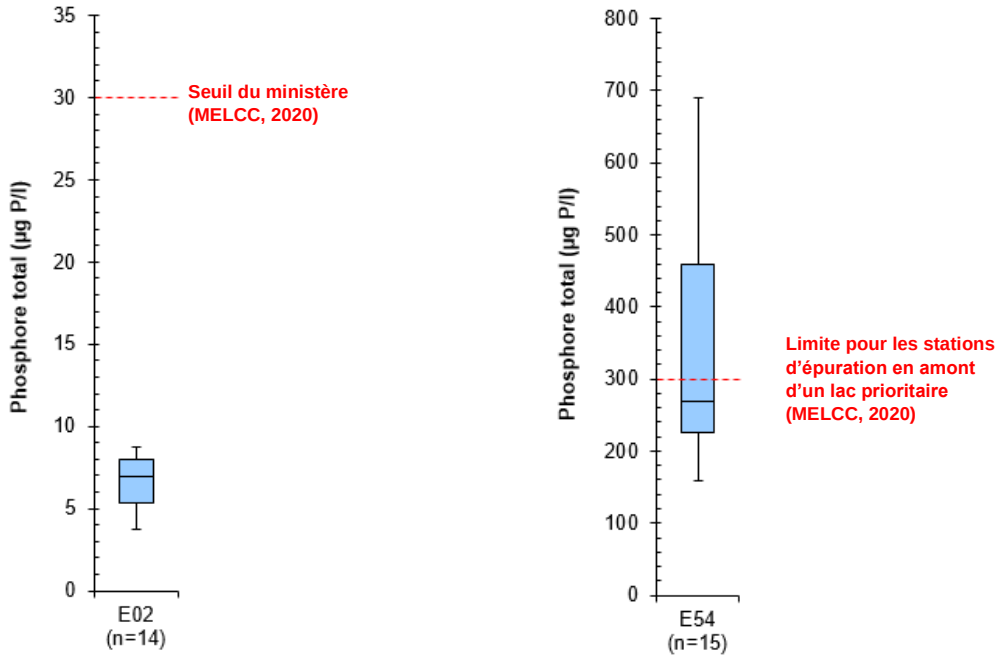


Figure 26 **Concentrations de PT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

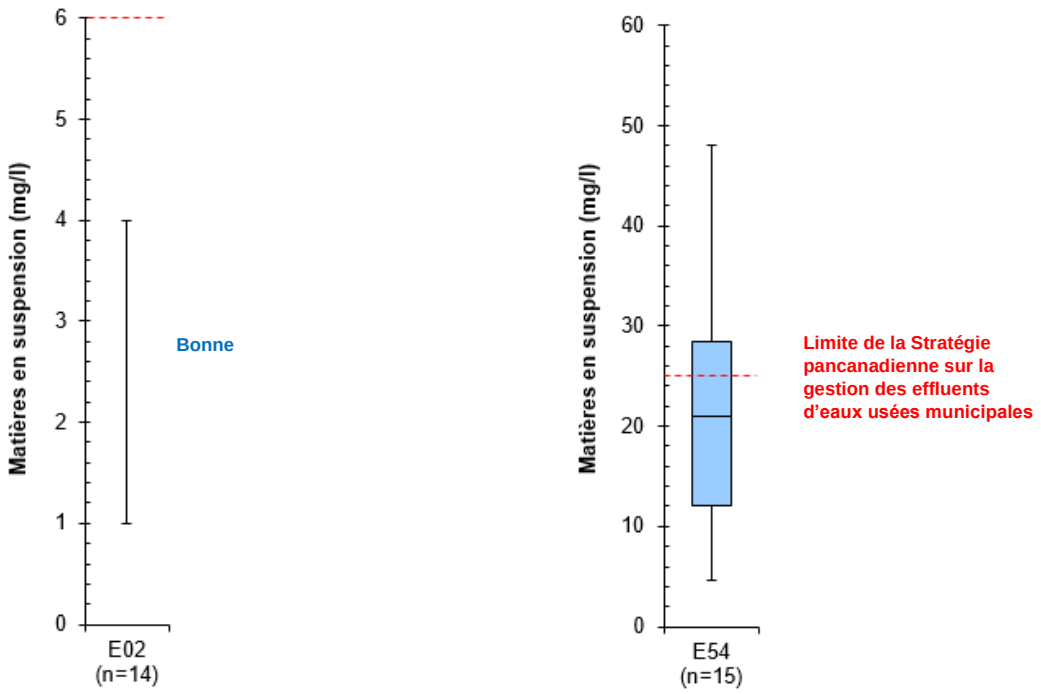


Figure 27 **Concentration de MES mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

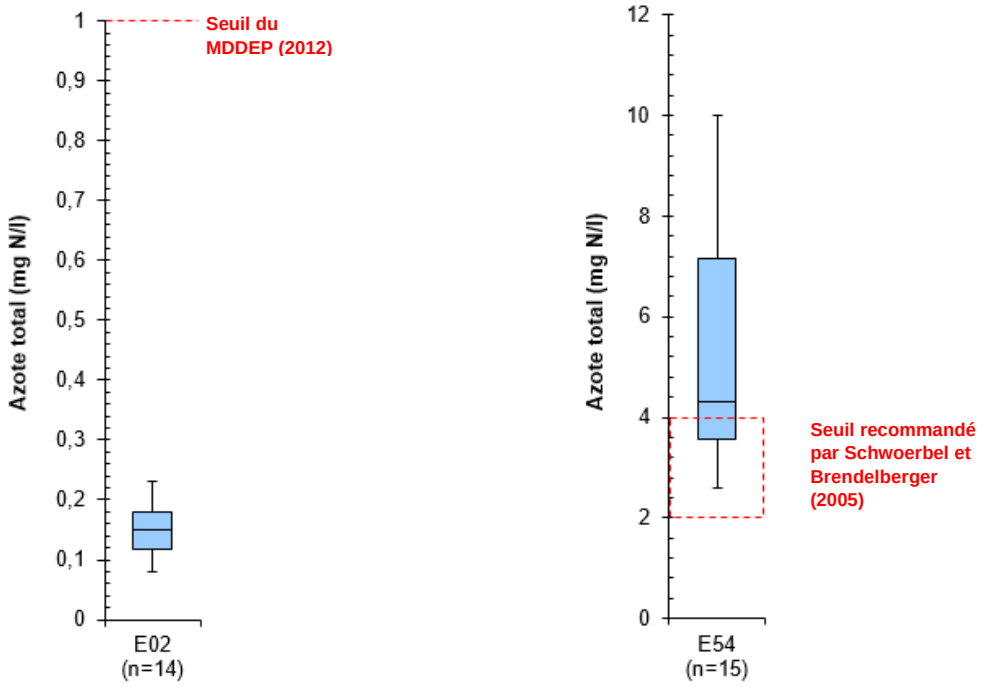


Figure 28 **Concentration de NT mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

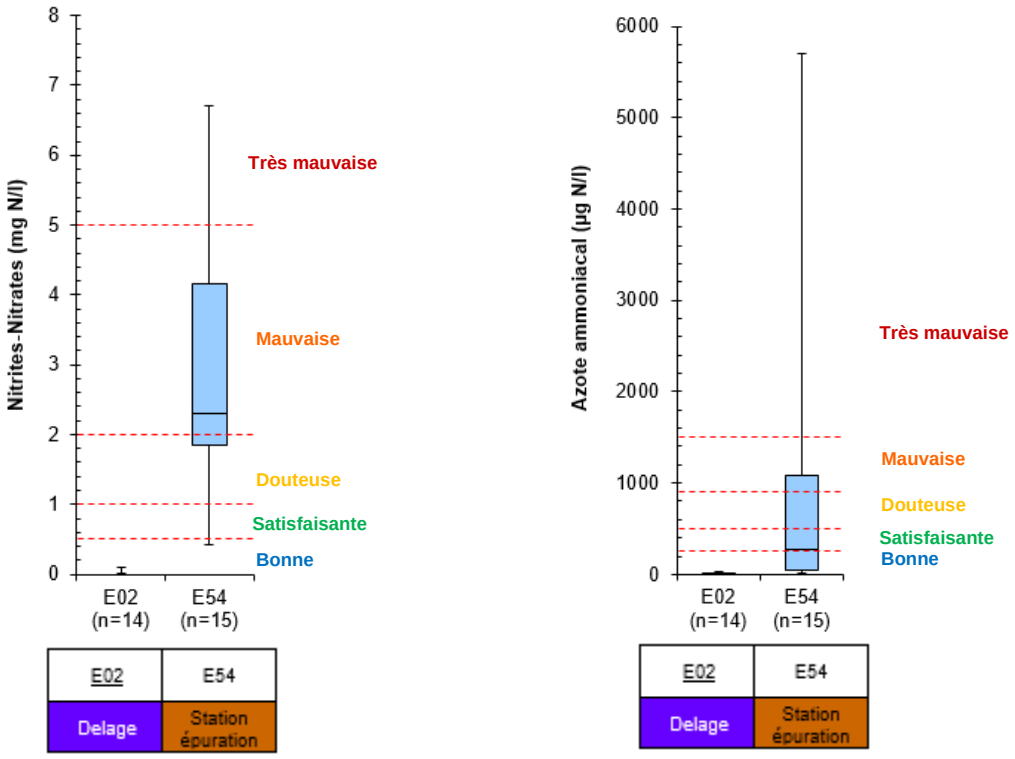


Figure 29 **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

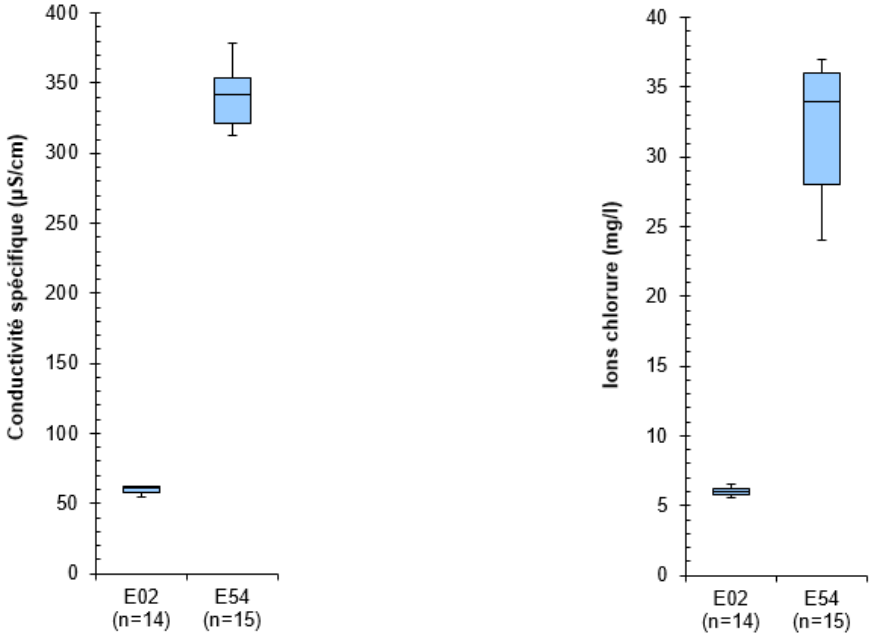


Figure 30 **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.**

Tableau 11 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du lac Delage en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
E02[12] Décharge du lac Delage	Aucun dépassement	n = 0/14		
E54 Station d'épuration Lac-Delage	PT (> 300 µg P/l)	n = 6/15	25 avril 28 mai 10 juin 27 juin 3 sept. 16 sept.	Le seuil visé pour une station d'épuration en amont d'un lac prioritaire (300 µg P/l) est dépassé 40 % du temps.
	MES (> 25 mg/l)	n = 5/15	28 mai 10 juin 27 juin 3 oct. 15 oct.	Les dépassements du 28 mai, du 10 et 27 juin sont associés à l'extraction des boues du bassin 3 au début de mois de juin. Avant l'extraction, les boues étaient égales au radier. (Lavoie, 2021) Pour les 3 et 15 octobre, il n'y a pas de conditions particulières qui puissent expliquer les dépassements. Un des aérateurs du bassin 2 était brisé, mais selon le responsable de la station, l'aération avec les aérateurs des autres bassins étaient amplement suffisante. (Lavoie, 2021)
	Nitrites-nitrates (> 1 mg N/l)	n = 13/15	Toutes sauf le 25 avr. et le 14 mai	Les apports en nitrites-nitrates sont considérés importants 87 % du temps.
	Azote ammoniacal (> 500 µg N/l)	n = 5/15	25 avril 14 mai 27 juin 8 juil. 12 nov.	Les apports en azote ammoniacal sont considérés importants 33 % du temps.
	NT (> 4 mg N/l)	n = 9/15	25 avril 10 juin 27 juin 8 juil. 25 juil. 6 août 19 août 29 oct. 12 nov.	Les apports en azote total sont considérés importants 60 % du temps.

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

Les résultats d'analyse démontrent les constats suivants :

- E02, lac Delage :

[12] Il est à noter que les stations E02 et E54 n'ont pas été échantillonnées la même journée lors de la saison 2019. Il est donc plus difficile de savoir si des dépassements à la station d'épuration ont pu avoir une influence sur le lac Delage.

- Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.
- Un écoulement inversé a eu lieu le 17 octobre. Ce dernier n'a toutefois pas impacté négativement le lac Delage.
- Le 24 avril, le lac Delage débordait et se rendait au lac Saint-Charles via plusieurs endroits, ce qui a rendu l'échantillonnage impossible.

- Aucun dépassement du seuil de baignade (200 UFC/100 ml).
- Les valeurs moyennes de conductivité spécifique en 2019, 2017 et 2015 sont semblables (63 ; 61 et 65 µS/cm respectivement). La concentration moyenne en ions chlorure pour 2019 est de 6 mg/l. Ces résultats indiquent une bonne gestion de l'entretien des routes dans le bassin versant.

- E54, station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage :
  - Procédé d'épuration : système combinant des étangs aérés et de la déphosphatation chimique (ajout d'alun).
  - En 2019, il y a eu cinq dépassements de la norme ministérielle pour les MES.
  - Les concentrations de PT et de composés azotés ont dépassé les seuils recommandés en amont d'un lac prioritaire à plusieurs reprises au cours de la saison 2019.
  - Aucun dépassement du seuil de baignade (200 UFC/100 ml).
  - Les figures de l'annexe 8 présentent l'évolution de 2011 à 2019[13] des concentrations de PT, MES et NT. Depuis 2011, c'est la première fois que plus d'un dépassement de MES soit mesuré à la station d'épuration. Une partie de ces dépassements (3 sur 5) est toutefois expliquée par l'extraction des boues du bassin 3 au début du mois de juin. Pour les valeurs d'azote total, bien qu'elles soient toujours élevées en 2019, une diminution est observée depuis 2015.

[13] Pour le graphique NT, la période est de 2014 à 2019 puisque les données antérieures étaient des données d'azote total Kjeldahl.

3.3.3 Bassin versant de la rivière Nelson

Le Tableau 12 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2019 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. La station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 12 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Nelson de l'amont vers l'aval.

Station	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 contamination.	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 31 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Nelson et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2019. Les figures 32 à 35 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 13 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Nelson, d'amont en aval.

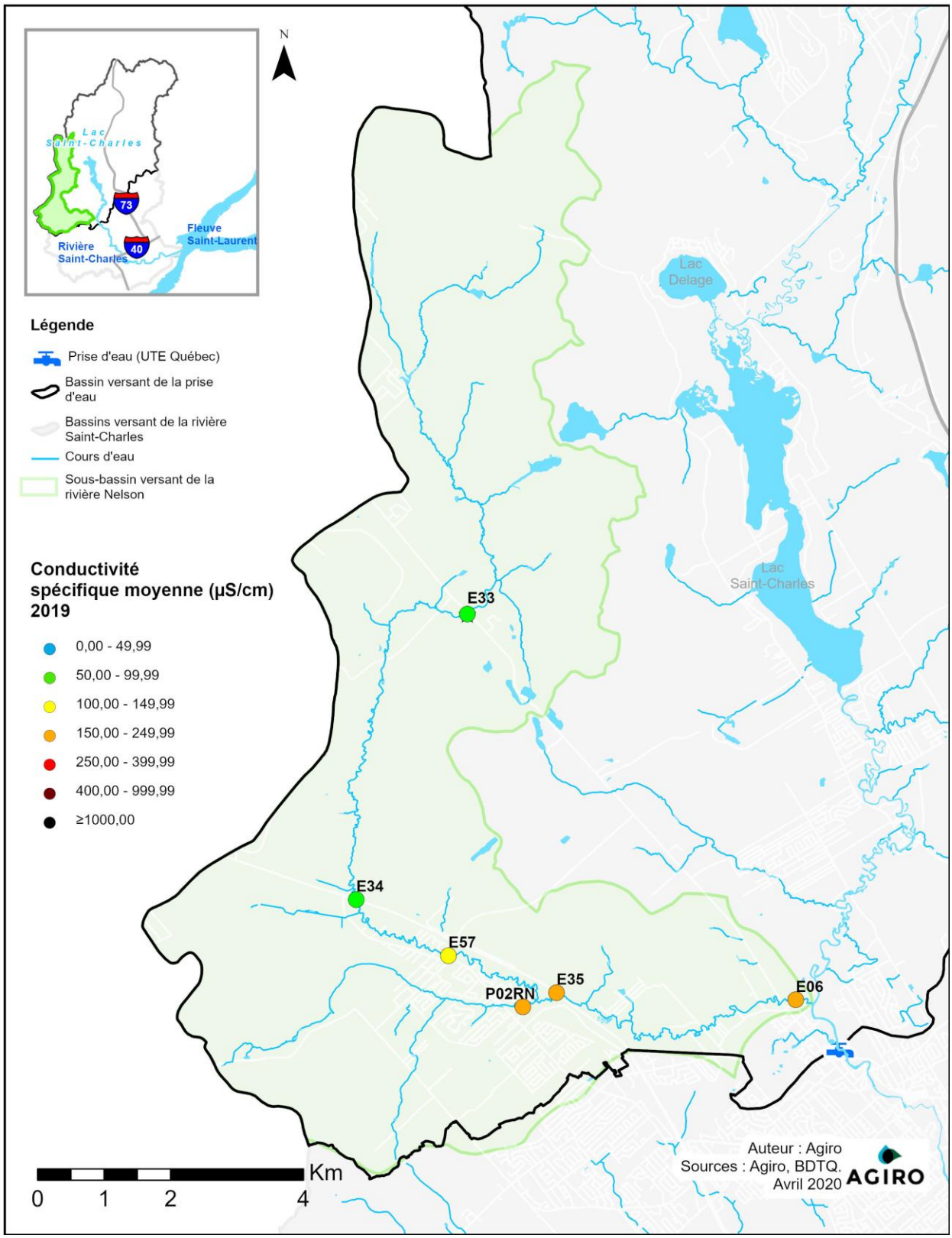


Figure 31 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Nelson en 2019.**

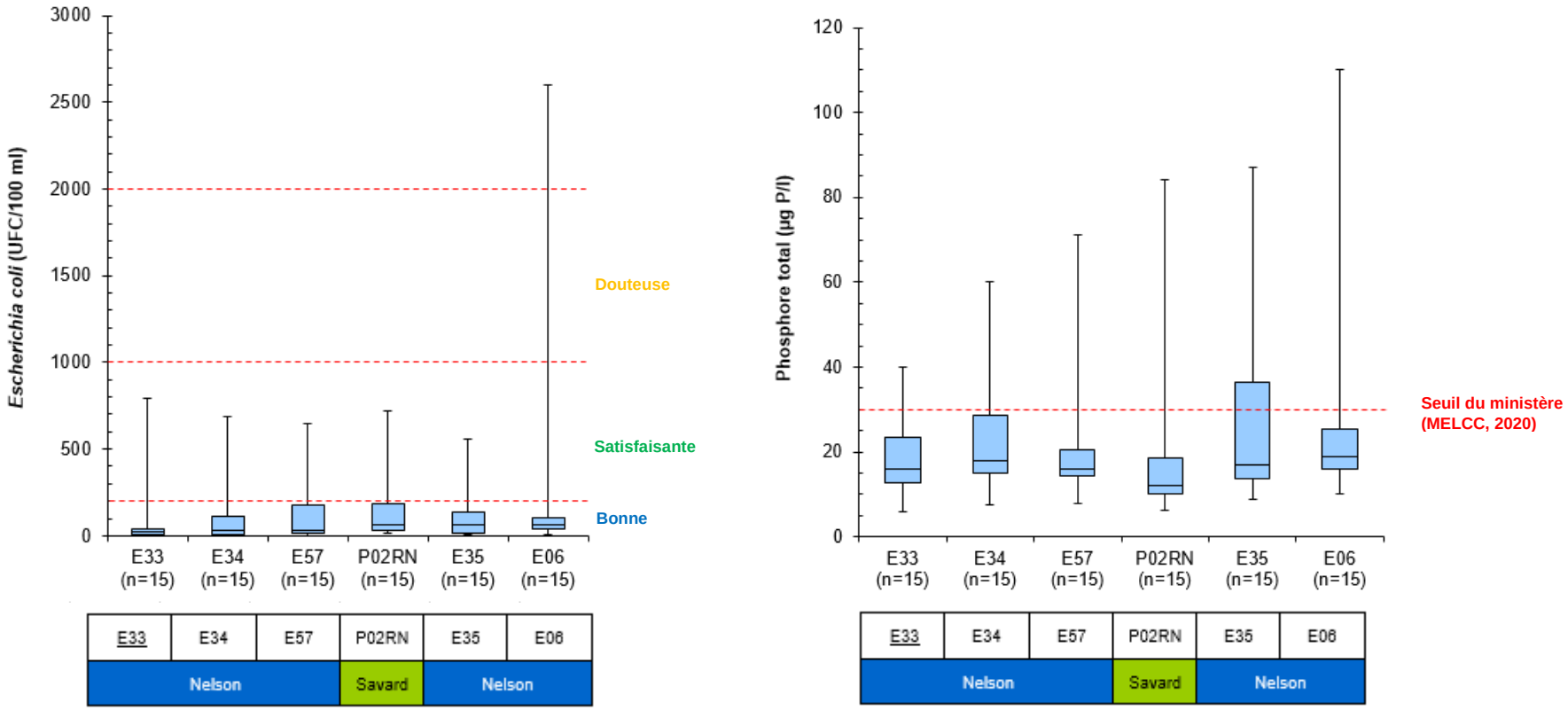


Figure 32 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019.

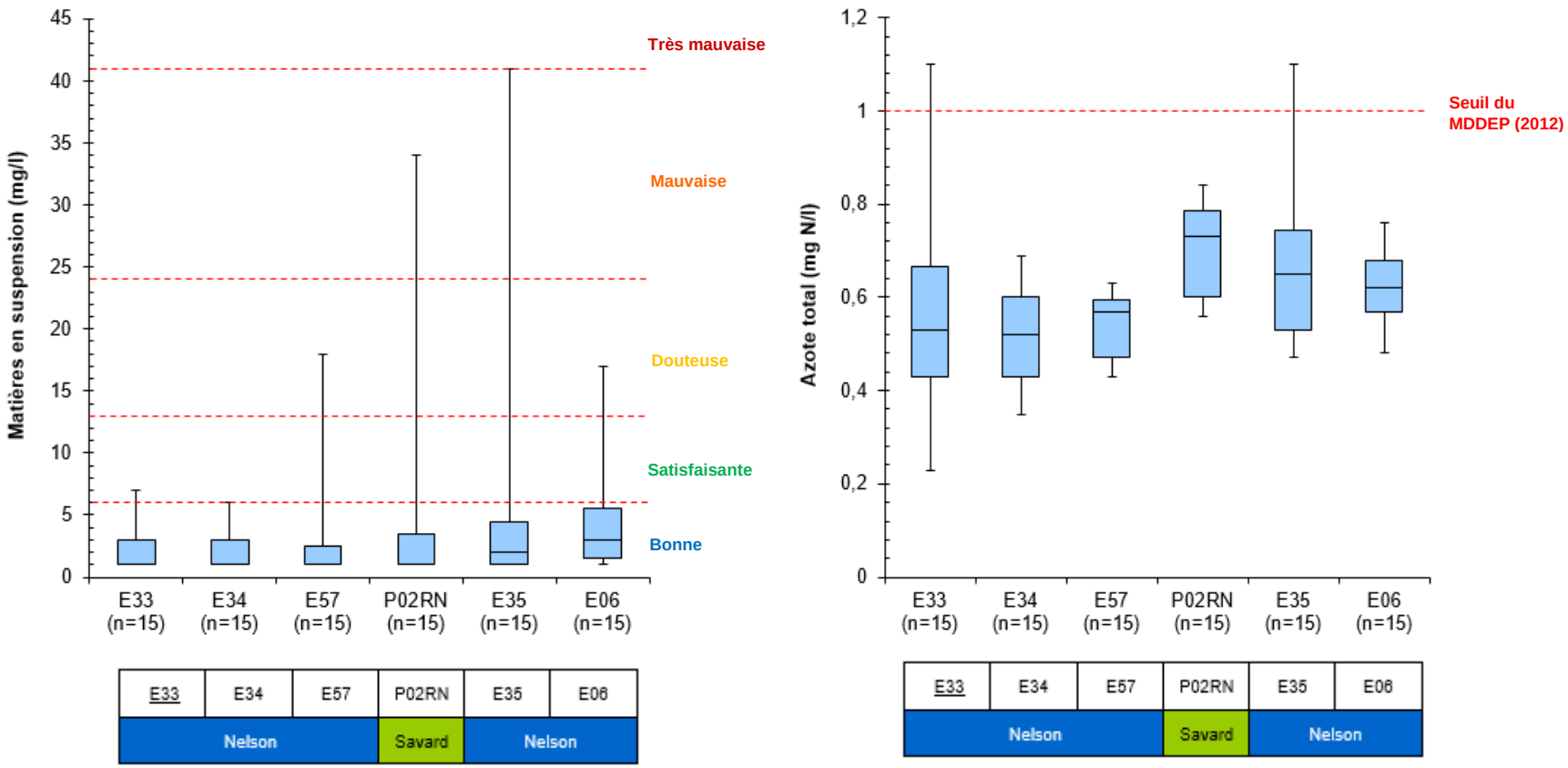


Figure 33 **Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019.**

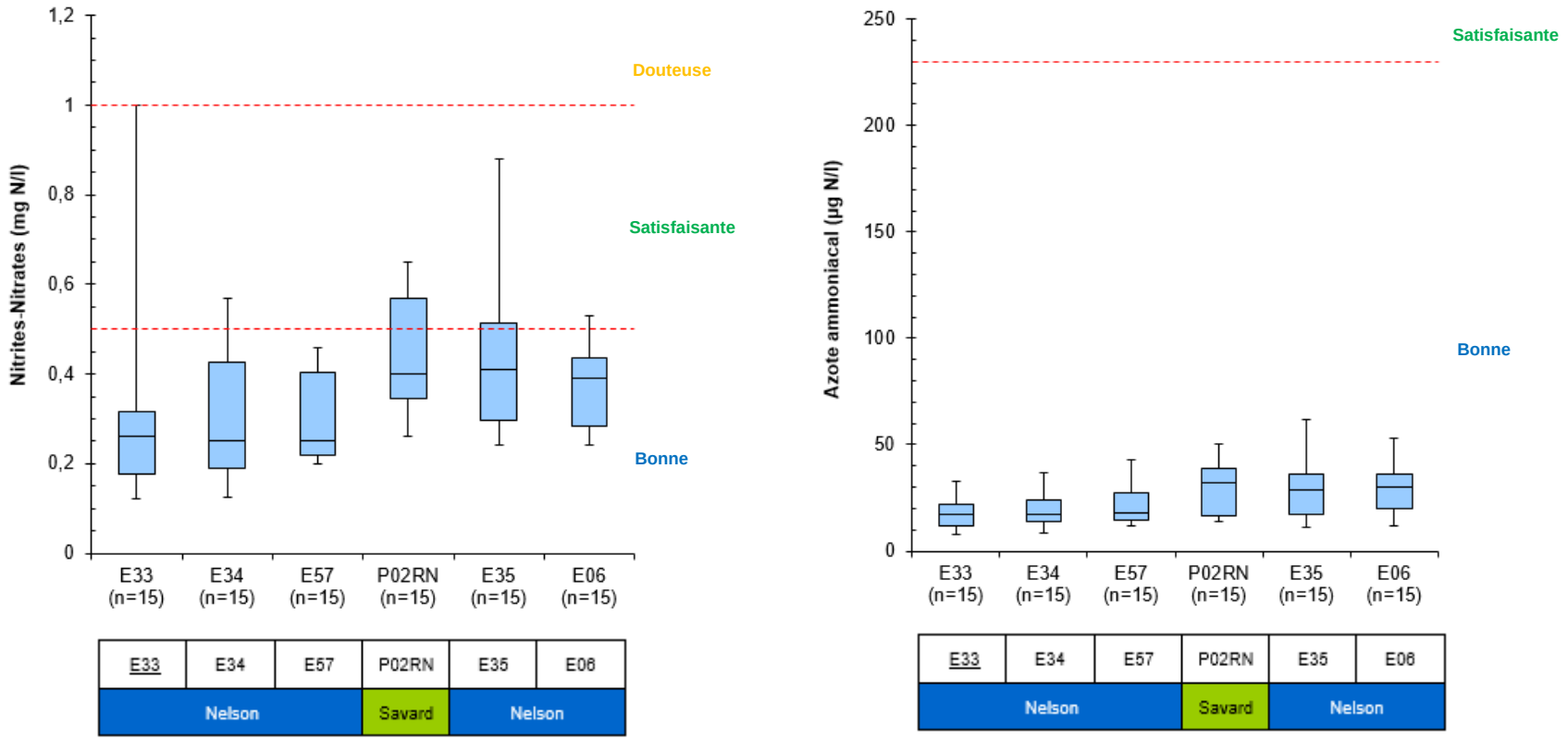


Figure 34 **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019.**

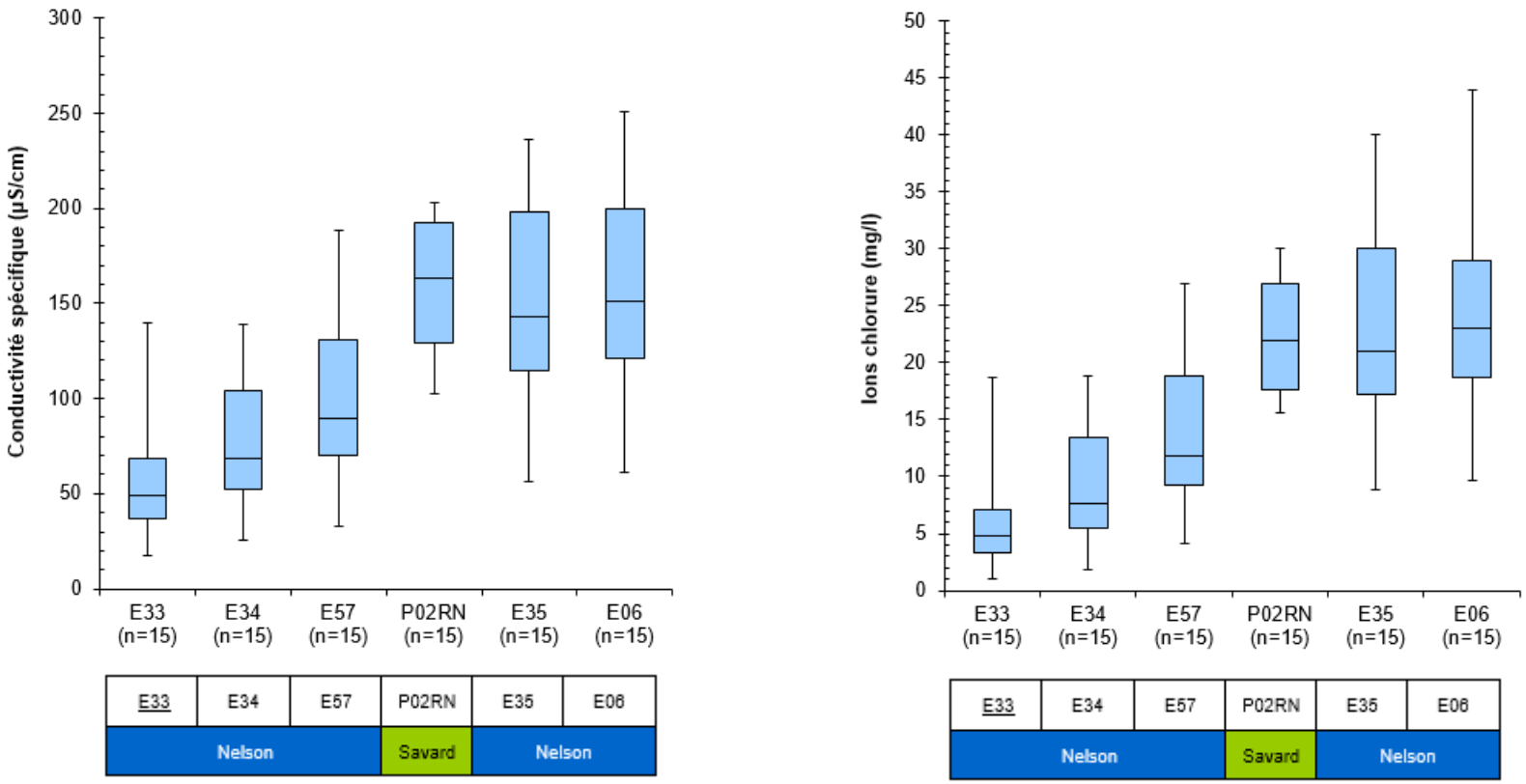


Figure 35 **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019.**

Tableau 13 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Nelson en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
E33 **Nelson** boul. Valcartier	PT (> 30 µP/l)	n = 3/15	23 juil. 22 août 5 sept.	23 juillet : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La cause des dépassements (PT et NT) est inconnue. La concentration de NT est de 1,1 mg N/l et celle pour les nitrites-nitrates est de 0,84 mg N/l. Cela indique que le dépassement est majoritairement causé par les nitrites-nitrates. 5 août : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La cause du dépassement est inconnue. La concentration de NT est de 1,1 mg N/l et celle pour les nitrites-nitrates est de 1,0 mg N/l. Cela indique que le dépassement est majoritairement causé par les nitrites-nitrates. 22 août : Dépassement associé à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Ces épisodes de pluie ont également influencé les MES (7 mg/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». 5 sept. : Dépassement associé à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (790 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	NT (> 1 mg N/l)	n = 2/15	23 juil. 5 août	
E34 **Nelson** autoroute Henri-IV	PT (> 30 µP/l)	n = 4/15	23 avril 22 août 5 sept. 30 sept.	23 avril : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La cause du dépassement est inconnue. 22 août : Dépassement associé à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Ces épisodes de pluie ont également influencé les nitrites-nitrates (0,57 mg N/l) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». 5 sept. : Dépassement associé à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (690 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
				« satisfaisante ». 30 sept. : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La cause du dépassement est inconnue.
E57 **Nelson** boul. Montolieu	PT (> 30 µP/l)	n = 2/15	23 avril 5 sept.	23 avril : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La cause du dépassement est inconnue. 5 sept. : Dépassements associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (650 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	5 sept.	
P02RN **Savard** rue Hauterive	PT (> 30 µP/l)	n = 1/15	22 août	Dépassements associés à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Ces épisodes de pluie ont également influencé les *E. coli* (720 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	22 août	
E35 **Nelson** av. Industrielle	PT (> 30 µP/l)	n = 4/15	23 avril 22 août 5 sept. 30 sept.	23 avril : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Lors de cet échantillonnage, une valeur élevée de MES (13 mg/l) a été mesurée sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». Aucune observation terrain particulière. La cause du dépassement est inconnue. 22 août : Dépassements associés à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Ces épisodes de pluie ont également influencé les *E. coli* (520 UFC/100 ml) et les nitrites-nitrates (0,88 mg N/l) sans dépasser les seuils de la classe « satisfaisante ». 5 sept. : Dépassements associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (560 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ». 30 sept. : Pas de précipitation la journée d'échantillonnage ni la journée précédente. Aucune observation terrain particulière. La
	MES (> 13 mg/l)	n = 2/15	22 août 5 sept.	
	NT (> 1 mg N/l)	n = 1/15	22 août	

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
				cause du dépassement est inconnue.
E06 **Nelson** rue de la Rivière-Nelson	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	22 août	22 août : Dépassements associés à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. 5 sept. : Dépassements associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (510 UFC/100 ml) sans dépasser le seuil de la classe « satisfaisante ».
	PT (> 30 µP/l)	n = 2/15	22 août 5 sept.	
	MES (> 13 mg/l)	n = 2/15	22 août 5 sept.	

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

Les résultats d'analyse permettent de tirer les constats suivants :

- **E33, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, cinq dépassements (3 PT et 2 NT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- Entre les stations E33 et E34, aucune information n'est disponible sur les activités humaines puisque c'est le territoire de la base des Forces canadiennes de Valcartier.
- **E34, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, quatre dépassements (PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E57, rivière Nelson** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, trois dépassements (2 PT et 1 MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Conductivité spécifique moyenne élevée (102 µS/cm).
- **P02RN, ruisseau Savard** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Plusieurs valeurs élevées pour les nitrites-nitrates ont aussi été mesurées. Conductivité spécifique moyenne élevée (157 µS/cm).
- **E35, rivière Nelson** : La valeur moyenne pour les MES correspond à une eau de qualité « satisfaisante » alors que les valeurs moyennes pour les autres paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Sept dépassements (4 PT, 2 MES et 1 NT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Plusieurs valeurs élevées pour les nitrites-nitrates ont aussi été mesurées. Conductivité spécifique moyenne élevée (154 µS/cm).
- E06, rivière Nelson :
    - La valeur moyenne pour *E. coli* correspond à une eau de qualité « satisfaisante » alors que les valeurs moyennes pour les autres paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Cinq dépassements (1 *E. coli*, 2 PT et 2 MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.

- L'évolution des concentrations de CF et d'*E. coli*[14] de 2008 à 2019 est présentée à la figure de l'annexe 9. Une tendance générale à la baisse est observée malgré des petites augmentations certaines années.
- Conductivité spécifique moyenne élevée (159 µS/cm).

- Augmentation amont-aval des *E. coli*, de la conductivité spécifique et des ions chlorure dans la rivière Nelson.
- Le développement effréné du territoire, l'augmentation des surfaces imperméables qui en découle et l'entretien des routes ont une incidence sur la rivière Nelson. Cela s'observe notamment par les valeurs élevées de conductivité spécifique.
- Plusieurs dépassements (26) ont été observés en 2019. Plus spécifiquement, le bassin versant de la rivière Nelson est celui où le plus grand nombre de dépassements a été mesuré[15]. Cela indique la présence de plusieurs problématiques sur le territoire. Une enquête permettrait de mieux définir ces sources de contamination[16].

[14] De 2008 à 2017, ce sont les coliformes fécaux qui étaient mesurés. À partir de 2018, les *E. coli* ont remplacé les coliformes fécaux.
[15] Statistique pour les stations d'eau de surface. Les stations d'eaux usées, soient la E55 dans le bassin versant de la rivière des Hurons et la E54 dans le bassin versant du lac Delage, n'ont pas été considérées.
[16] Une enquête a été réalisée en 2020 sur la rivière Nelson. Cette dernière permettra de mieux cerner les sources de contamination de la rivière Nelson.

3.3.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Le Tableau 14 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2019 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. La station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 14 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Jaune de l'amont vers l'aval.

Station	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
ERJ02	Jaune	Station témoin (vérification de l'état naturel).	Chemin de la Vallée (premier pont).
E25	Exutoire du lac Beauport	Station intégratrice en aval du lac Beauport. Connaître la qualité de l'eau en provenance du lac Beauport.	Chemin des Lacs (en amont du pont).
E58	Jaune	Vérification de la qualité de l'eau avant l'entrée dans une zone densément habitée de 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 36 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Jaune et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2019. Les figures 37 à 40 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 15 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Jaune, d'amont en aval.

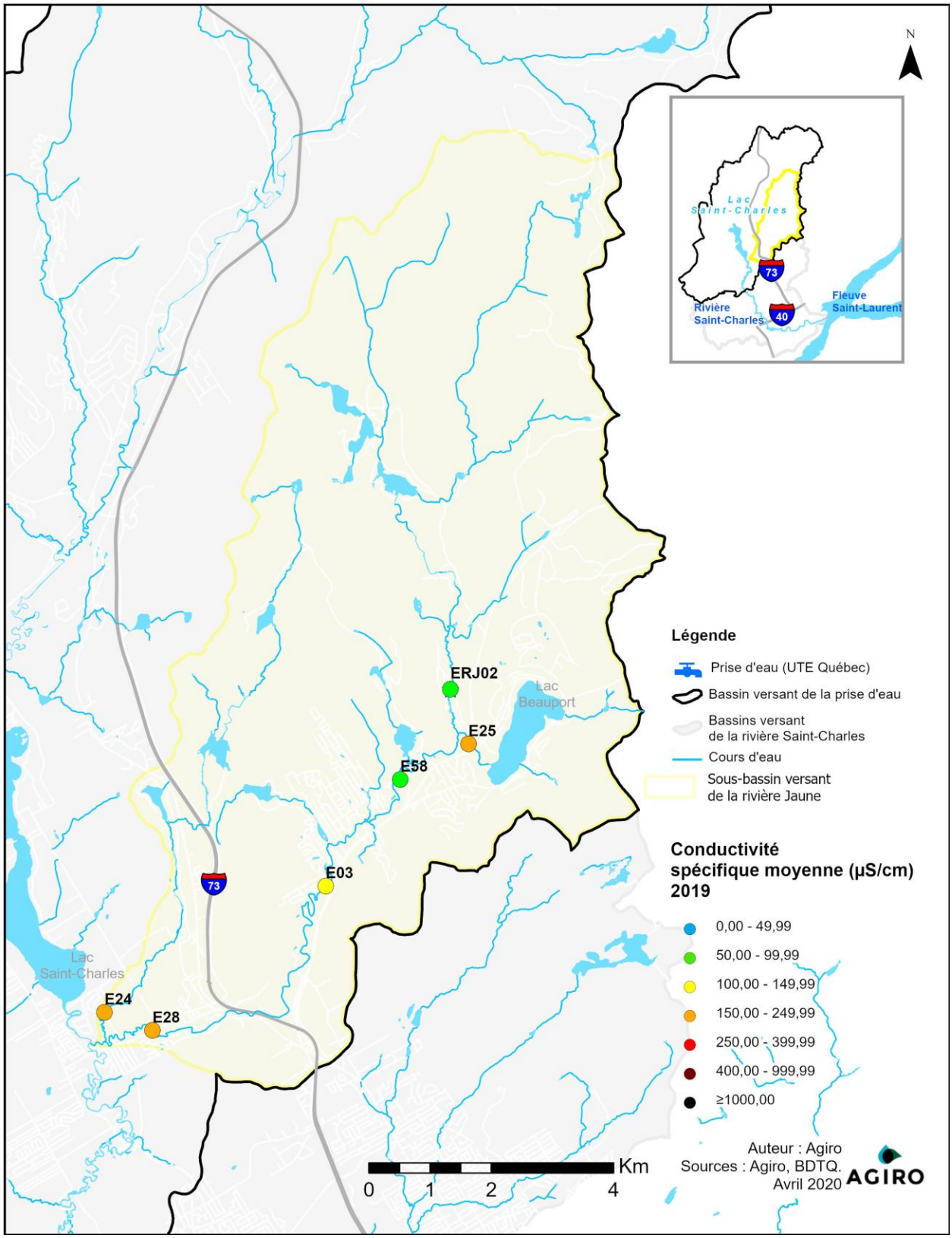


Figure 36 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Jaune en 2019.**

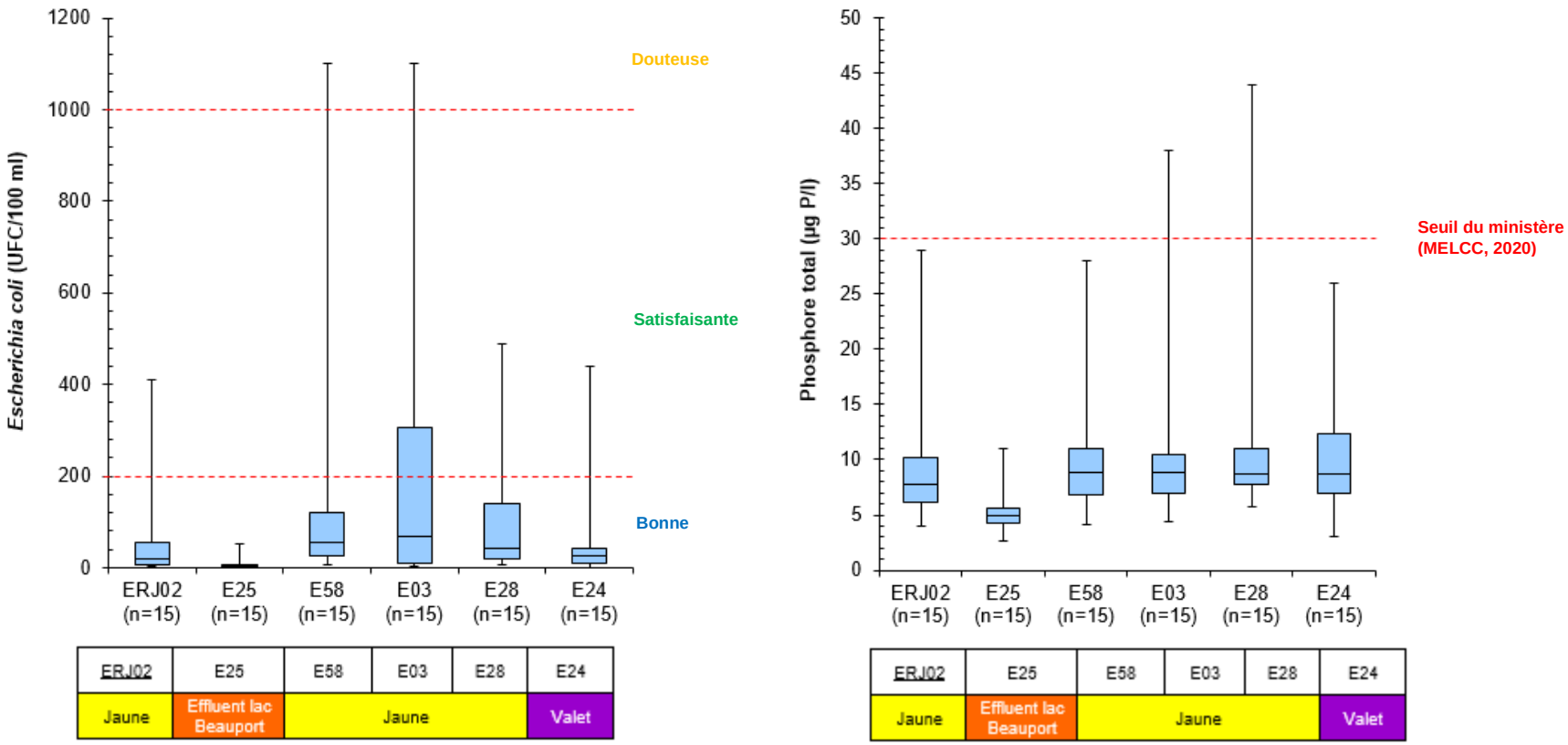


Figure 37 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019.

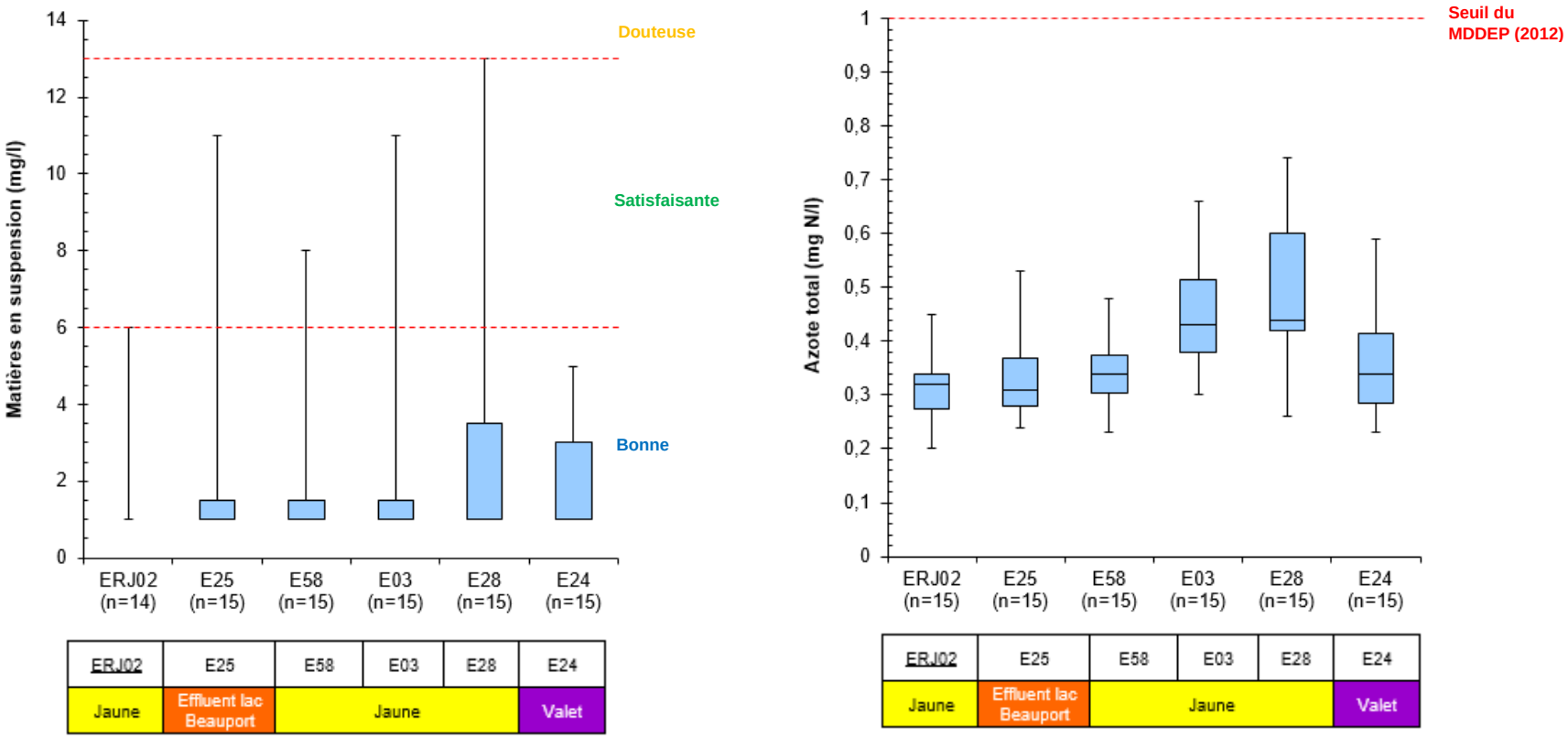


Figure 38 **Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019.**

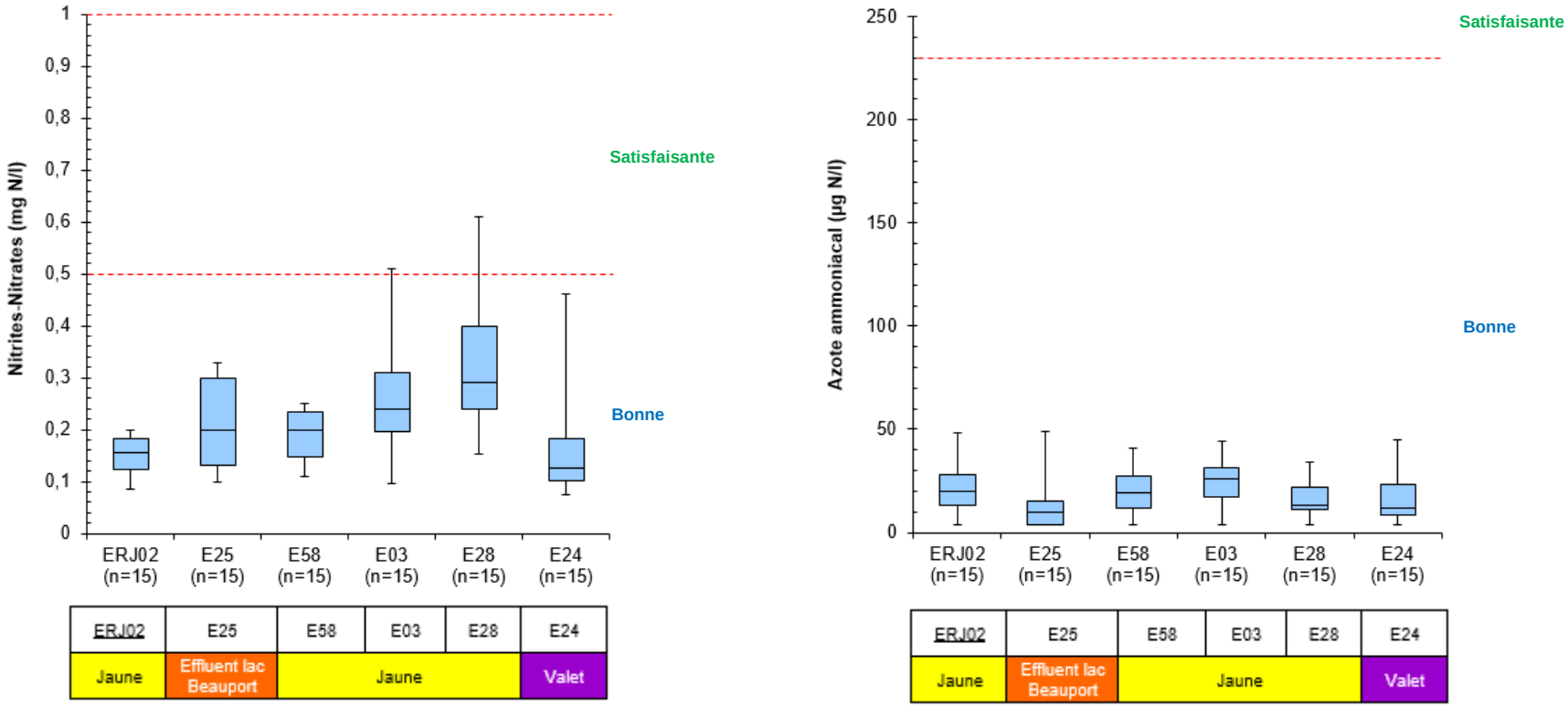


Figure 39 **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019.**

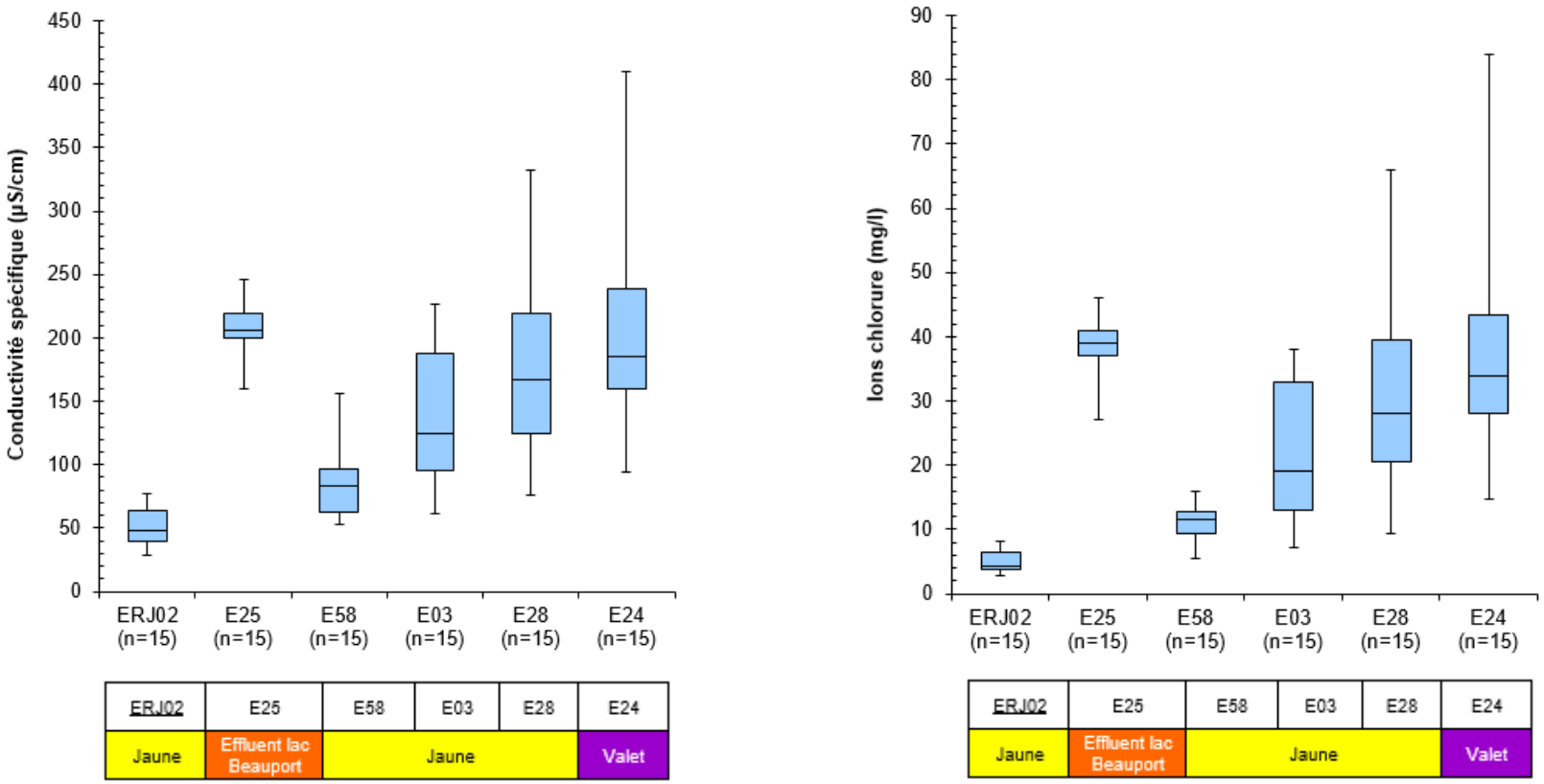


Figure 40 **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019.**

Tableau 15 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Jaune en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
ERJ02 **Jaune** ch. de la Vallée	Aucun dépassement	n = 0/15		Des valeurs de 380 UFC/100 ml et 410 UFC/100 ml ont toutefois été mesurées le 22 août et le 5 septembre. 22 août : épisodes de pluie le jour de l'échantillonnage et le jour précédent. 5 septembre : épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage.
E25 **Exutoire du lac Beauport** ch. des Lacs	Aucun dépassement	n = 0/15		
E58 **Jaune** ch. du Brûlé	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	22 août	22 août : Dépassement associé à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Une valeur de 390 UFC/100 ml a aussi été mesurée le 5 septembre. Cette valeur est associée à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage.
E03 **Jaune** rue Léo-T.-Julien	*E. coli* (> 1000 UFC/100 ml)	n = 1/15	22 août	22 août : Dépassements associés à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent. Ces épisodes de pluie ont également eu un impact sur les MES, sans toutefois qu'elles dépassement le seuil de la classe satisfaisante. Des valeurs de 260, 350, 410 et 500 UFC/100 ml ont été mesurées respectivement le 12 juin, le 23 juillet, le 5 août et le 5 septembre. 12 juin : épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. 23 juillet : temps sec. 5 août : faible pluie 48 heures avant l'échantillonnage. 5 septembre : épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage.
	PT (> 30 µg P/l)	n = 1/15	22 août	
E28 **Jaune** rue Jacques-Bédard	PT (> 30 µg P/l)	n = 1/15	5 sept.	5 septembre : dépassement associé à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les MES et les E. coli (470 UFC/100 ml) sans toutefois dépasser le seuil de la classe satisfaisante. Des valeurs de 290 UFC/100 ml et 490 UFC/100 ml ont été mesurées les 5 et 22 août. La valeur du 5 août est associée à une faible

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
				pluie 48 heures avant l'échantillonnage. La valeur du 22 août est associée à des épisodes de pluie le jour d'échantillonnage et le jour précédent.
E24 **du Valet** ch. des Chalets	Aucun dépassement	n = 0/15		Des valeurs de 240, 300 et 440 UFC/100 ml ont toutefois été mesurées respectivement le 27 mai, le 22 août et le 5 septembre. 27 mai : faibles épisodes de pluie les deux journées précédant l'échantillonnage. 22 août : épisodes de pluie le jour de l'échantillonnage et le jour précédent. 5 septembre : épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage.

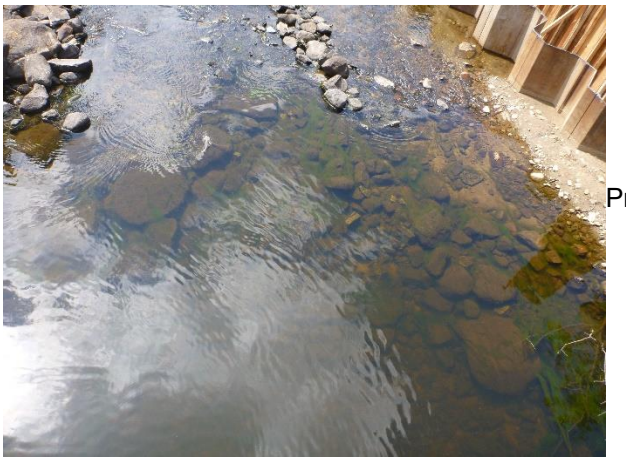
3.3.4.1 Résumé des résultats d'analyse pour le bassin versant de la rivière Jaune

Les résultats d'analyse permettent de tirer les constats suivants :

- **ERJ02, rivière Jaune** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. D'importants travaux ont eu lieu pendant la saison d'échantillonnage au niveau du pont à proximité de la station d'échantillonnage. Des algues ont été observées le 5 août, mais globalement, l'absence de dépassement indique que les mesures de protection du cours d'eau ont été efficaces.

Travaux – 25 juin

Travaux – 9 juillet



Présence d'algues – 5 août

Nouveau pont complété – 30 octobre

- **E25, effluent du lac Beauport** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement, mais valeurs moyennes de conductivité spécifique (209 µS/cm) et d'ions chlorure (39 mg/l) élevées. En fait, avec les valeurs pour la station E24 qui sont semblables, ce sont les données pour ces deux paramètres qui sont les plus élevées dans le bassin versant de la prise d'eau. Cette observation indique que l'épandage des sels de voirie et l'entretien des routes à Lac-Beauport ont un impact majeur sur le cours d'eau.
- **E58, rivière Jaune** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, un dépassement (*E. coli*) a été mesuré au cours de la saison d'échantillonnage. Au cours de cette dernière, des travaux ont eu lieu sur le chemin du Brûlé : ils n'ont pas eu d'impact sur le cours d'eau. Les mesures de protection du cours d'eau ont ainsi été efficaces.
- **E03, rivière Jaune** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, deux dépassements (*E. coli* et PT) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Le raccordement des installations septiques du secteur de Mont Cervin dans les dernières années a permis de réduire la contamination par les CF/*E. coli*, dont les concentrations étaient élevées surtout par temps sec. Au fil des ans, cette tendance était de moins en moins nette (voir figures 88 et 89 de l'annexe 10), puis en 2019, le seul dépassement de *E. coli* est associé à un événement pluvieux. Conductivité spécifique moyenne élevée (138 µS/cm).
- **E28, rivière Jaune** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Toutefois, un dépassement (PT) a été mesuré au cours de

la saison d'échantillonnage. Conductivité spécifique moyenne élevée (184 µS/cm). Les valeurs élevées de conductivité spécifique indiquent que l'entretien des routes influence la rivière Jaune. Augmentation amont-aval du PT, des MES, des nitrites-nitrates, de l'azote total, de la conductivité spécifique et des ions chlorure.

- **E24, ruisseau du Valet** : Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Les valeurs moyennes de conductivité spécifique (209 µS/cm) et d'ions chlorure (39 mg/l) sont les plus élevées pour le bassin versant de la prise d'eau. Le ruisseau du Valet est l'effluent du lac Clément, un plan d'eau qui subit fortement les répercussions de l'épandage des sels de voirie sur l'avenue de la Rivière-Jaune, le boulevard Talbot et l'autoroute 73. Cela se répercute donc sur la qualité de l'eau du ruisseau du Valet.
- En plus des dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml, des dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont eu lieu à toutes les stations sauf à la E25 :

Station	Cours d'eau	Nb de dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml	Nb de dépassements du seuil de baignade
ERJ02	Jaune	0	2
E25	Effluent du lac Beauport	0	0
E58	Jaune	1	1
E03	Jaune	1	4
E28	Jaune	0	3
E24	du Valet	0	3
Total		**2**	**13**

3.3.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Le Tableau 16 présente la station d'échantillonnage visitée en 2019 dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches. Il présente la justification de la station ainsi qu'une brève description.

Tableau 16 Station d'échantillonnage située dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches.

Station	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
REF01	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 carte de la figure 41 présente la localisation de la station d'échantillonnage du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches et la valeur moyenne de conductivité spécifique mesurée en 2019. Les figures 42 à 45 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 17 présente un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches.

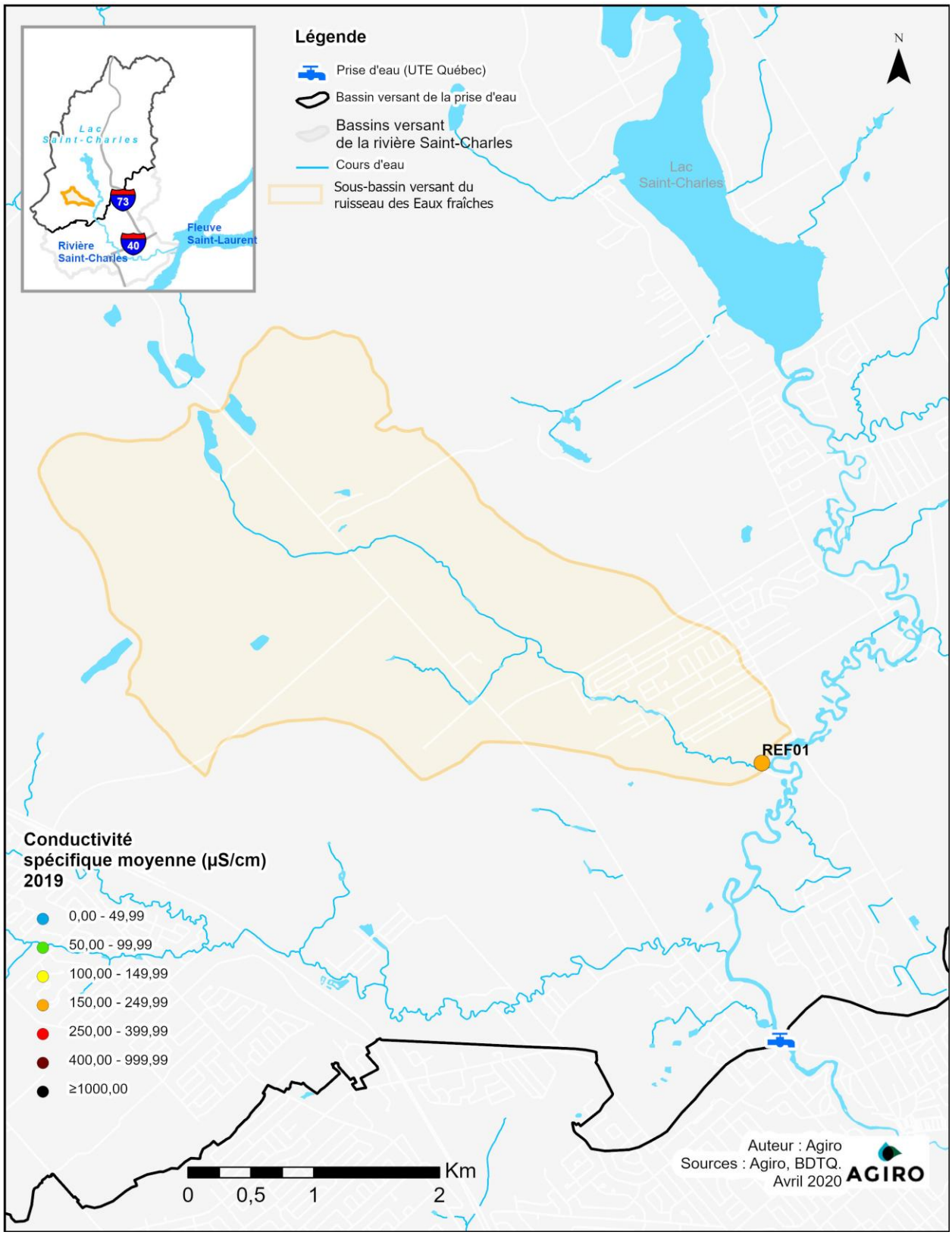


Figure 41 **Représentation cartographique de la valeur moyenne de conductivité spécifique mesurée dans le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

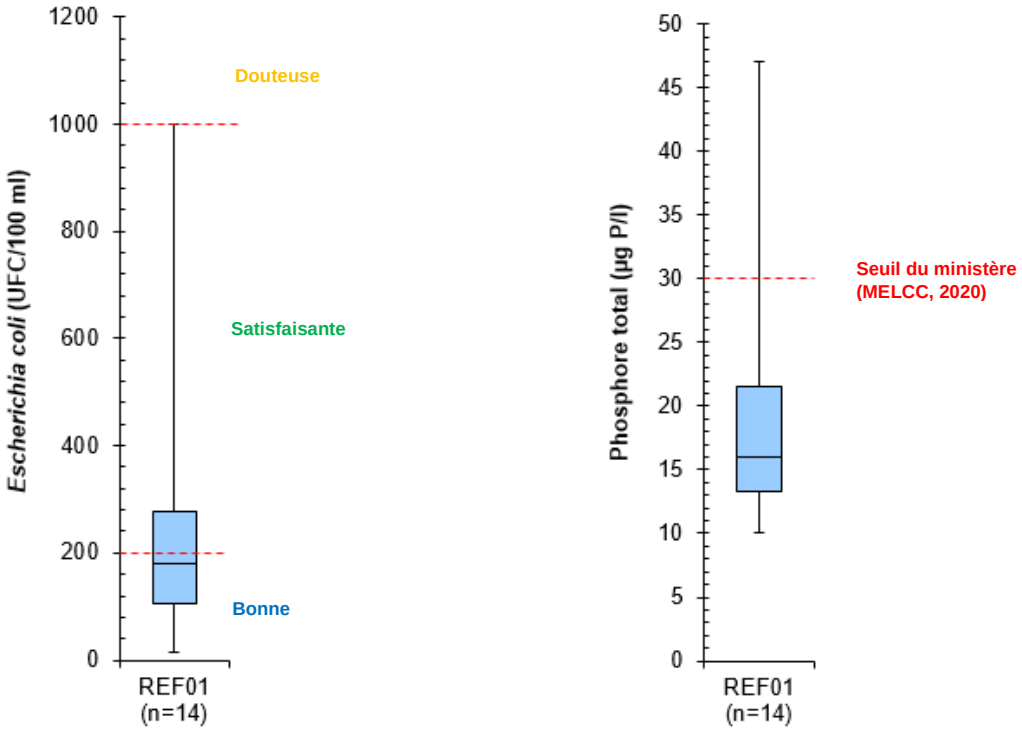


Figure 42 **Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

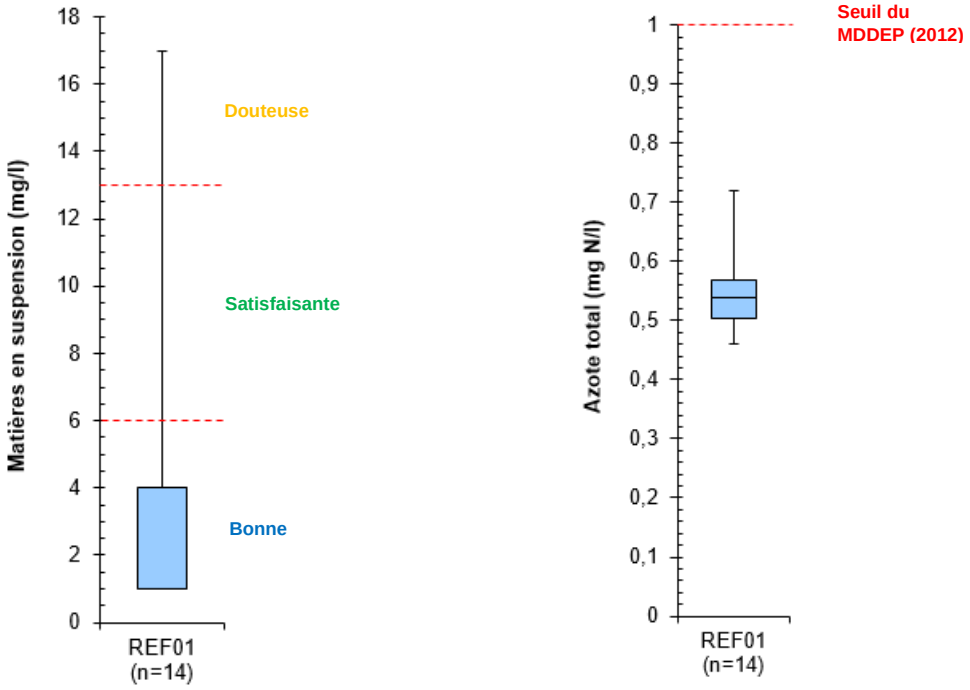


Figure 43 **Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

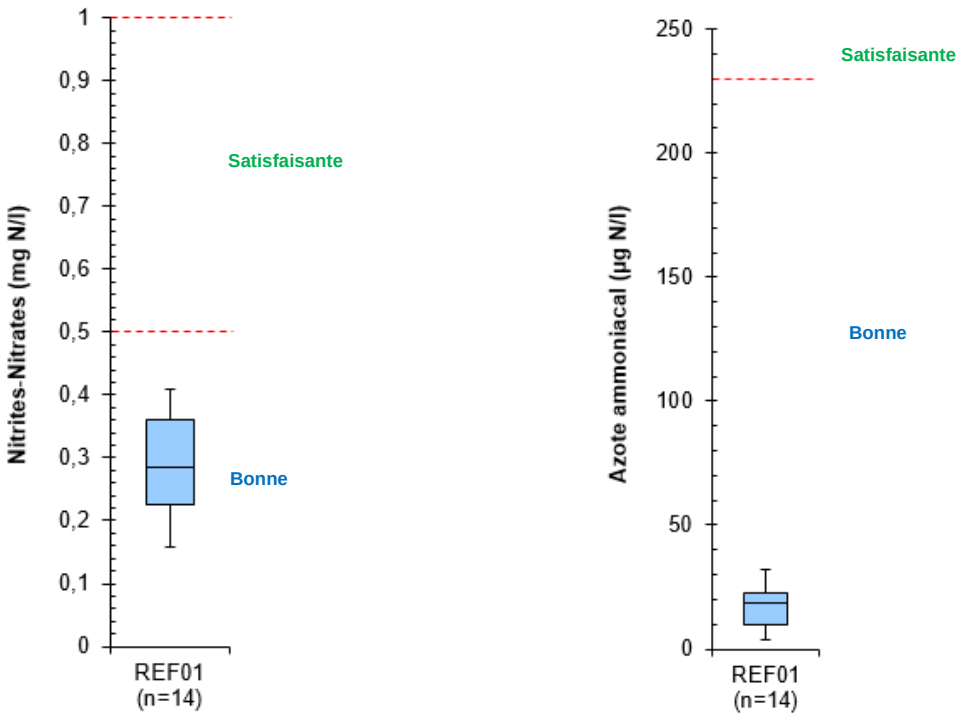


Figure 44 **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

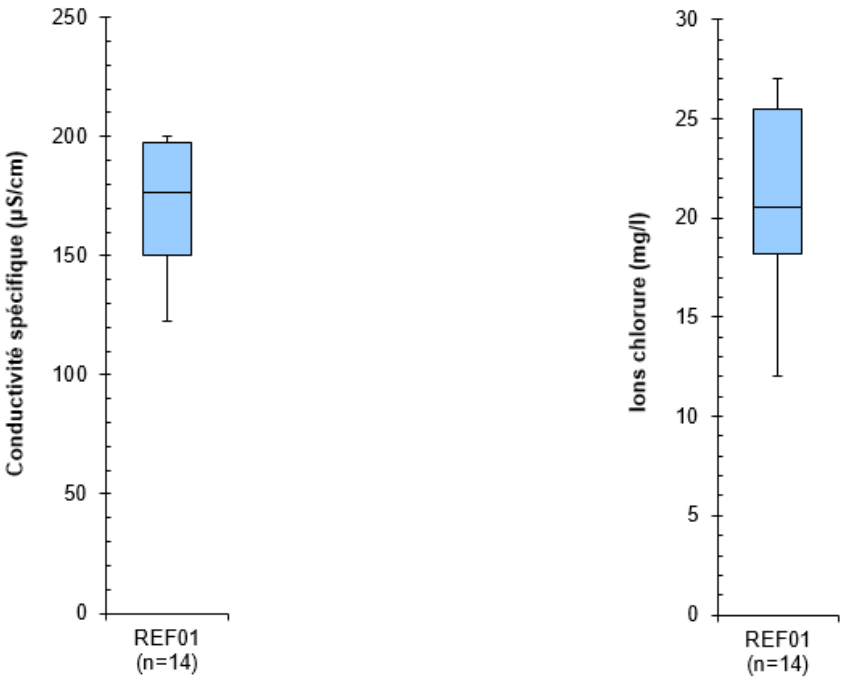


Figure 45 **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

Tableau 17 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
REF01 des Eaux Fraîches rue des Amélanchiers	PT (> 30 µg P/l)	n = 1/14	22 août	22 août : Dépassements associés à un important épisode de pluie le jour de l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également influencé les *E. coli* (1000 UFC/100 ml). Des valeurs de 220, 390, 280, 370 et 270 UFC/100 ml ont été mesurées respectivement le 12 juin, le 23 juillet, le 5 août, le 5 septembre et le 16 octobre. Les valeurs du 12 juin et du 5 septembre sont associées à d'important épisodes de pluie la journée précédant l'échantillonnage tandis que les valeurs du 23 juillet, du 5 août et du 16 octobre sont associées à un temps sec.
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/14	22 août	

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

Les résultats d'analyse permettent de tirer les constats suivants :

- **REF01, ruisseau des Eaux Fraîches** : La valeur moyenne pour *E. coli* correspond à une eau de qualité « satisfaisante » alors que les valeurs moyennes pour les autres paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Deux dépassements (PT et MES) ont été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- Valeur moyenne de conductivité spécifique élevée (170 µS/cm). Cela indique que les surfaces imperméables et l'entretien des routes influencent le ruisseau des Eaux Fraîches.
- Bien que le seuil de 1000 UFC/100 ml n'ait pas été dépassé, six dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurés. Tel que présenté au Tableau 17, les dépassements ont eu lieu autant en temps de pluie qu'en temps sec.
- Lors de l'enquête sur le ruisseau des Eaux Fraîches en 2010, des problématiques de PT, CF et MES ont été observées dans ce sous-bassin versant. Depuis l'enquête, la qualité de l'eau s'est graduellement améliorée (voir les graphiques à l'annexe 11). Bien qu'il y ait toujours des améliorations à faire, il semble que les actions prises suite au rapport d'enquête aient porté leurs fruits.

3.3.6 Bassin versant de la rivière Saint-Charles

Le Tableau 18 présente les stations d'échantillonnage visitées en 2019 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. La station soulignée correspond à la station témoin.

Tableau 18 Stations d'échantillonnage situées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles de l'amont vers l'aval.

Station	Cours d'eau associé	Justification	Localisation
E04	St-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	St-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.	Sur le pont sur la rue Jacques-Bédard.
E31	St-Charles	Station ajoutée pour l'étude du réseau trophique située en aval du secteur de la rue Roussin.	Sur le pont à Patates du boulevard de la Colline.
E05	St-Charles	Station en amont de la confluence avec la rivière Nelson.	Au bout de la rue de la Rivière-Nelson.
UTE	St-Charles	Station située à l'UTE (usine de traitement d'eau) de la Ville de Québec.	Au bout de la rue de la Prise d'eau.

La carte de la figure 46 présente la localisation des stations d'échantillonnage du bassin versant de la rivière Saint-Charles et les valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées en 2019. Les figures 47 à 50 représentent les résultats de la qualité de l'eau sous forme de graphiques en boîtes. Le graphique pour la turbidité est présenté à l'annexe 6. Le Tableau 19 présente, par station, un résumé des dépassements des critères de qualité de l'eau dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles, d'amont en aval.

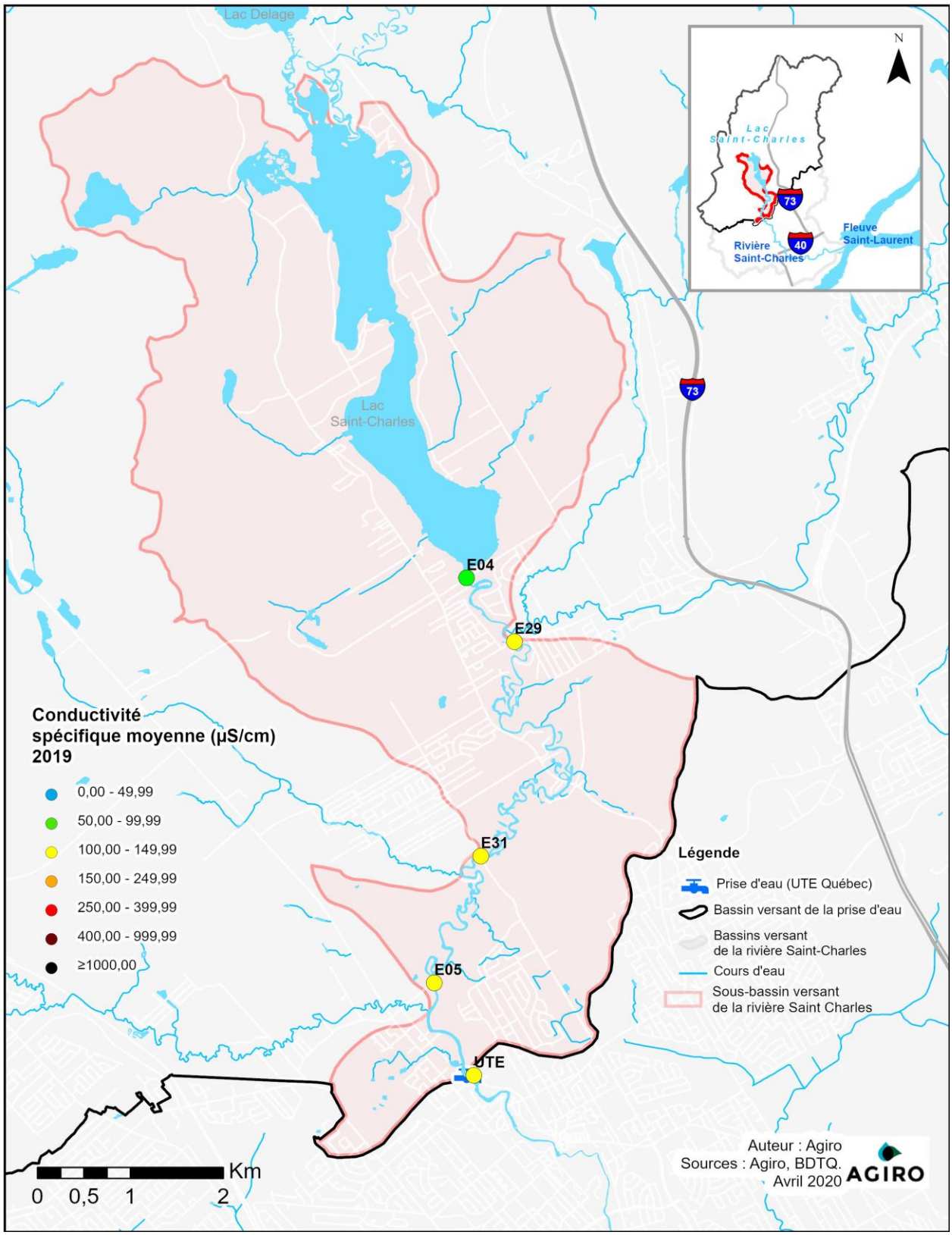


Figure 46 **Représentation cartographique des valeurs moyennes de conductivité spécifique mesurées dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.**

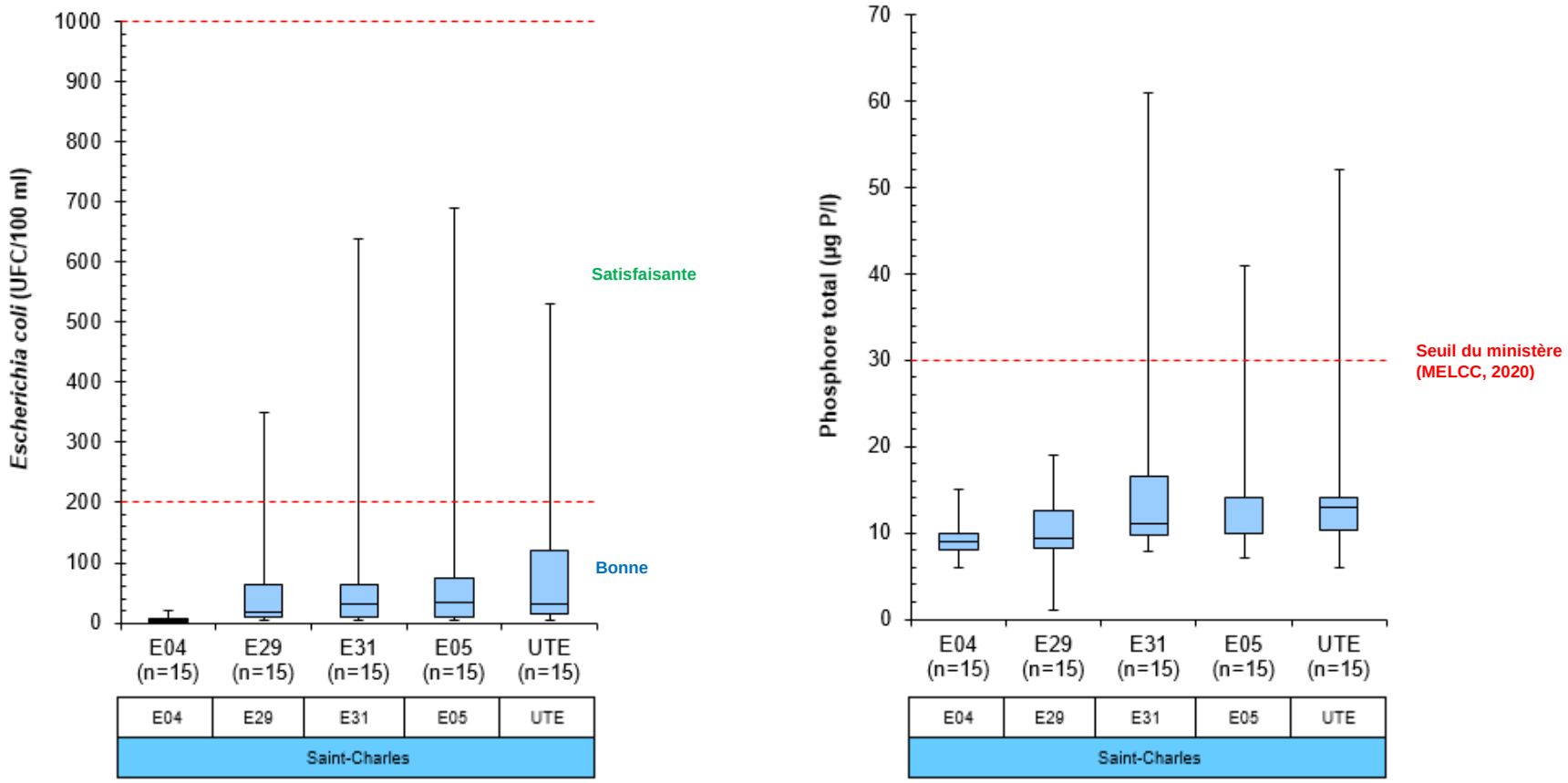


Figure 47 Concentrations d'*E. coli* et de phosphore total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.

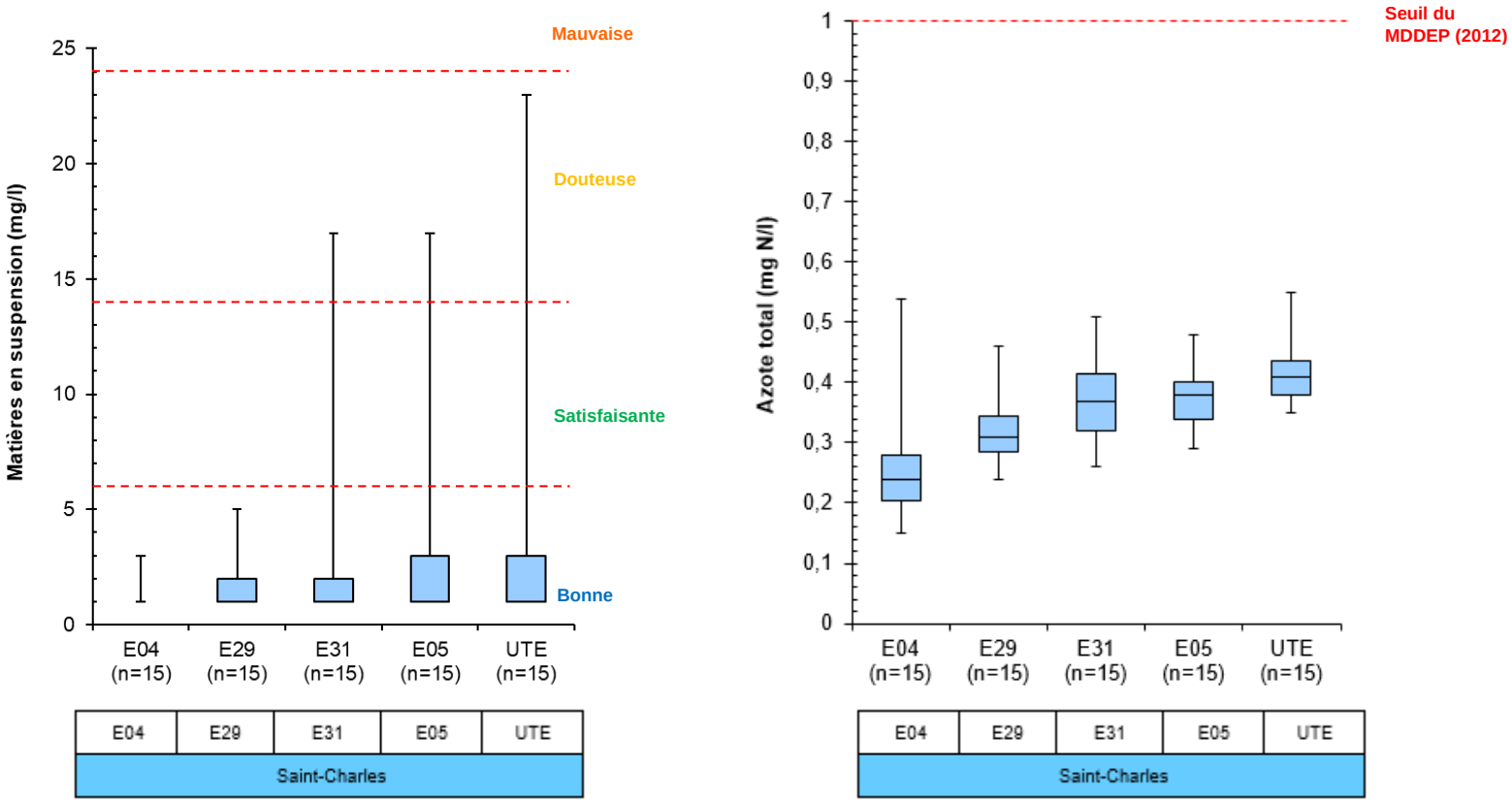


Figure 48 **Concentrations de matières en suspension et d'azote total mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.**

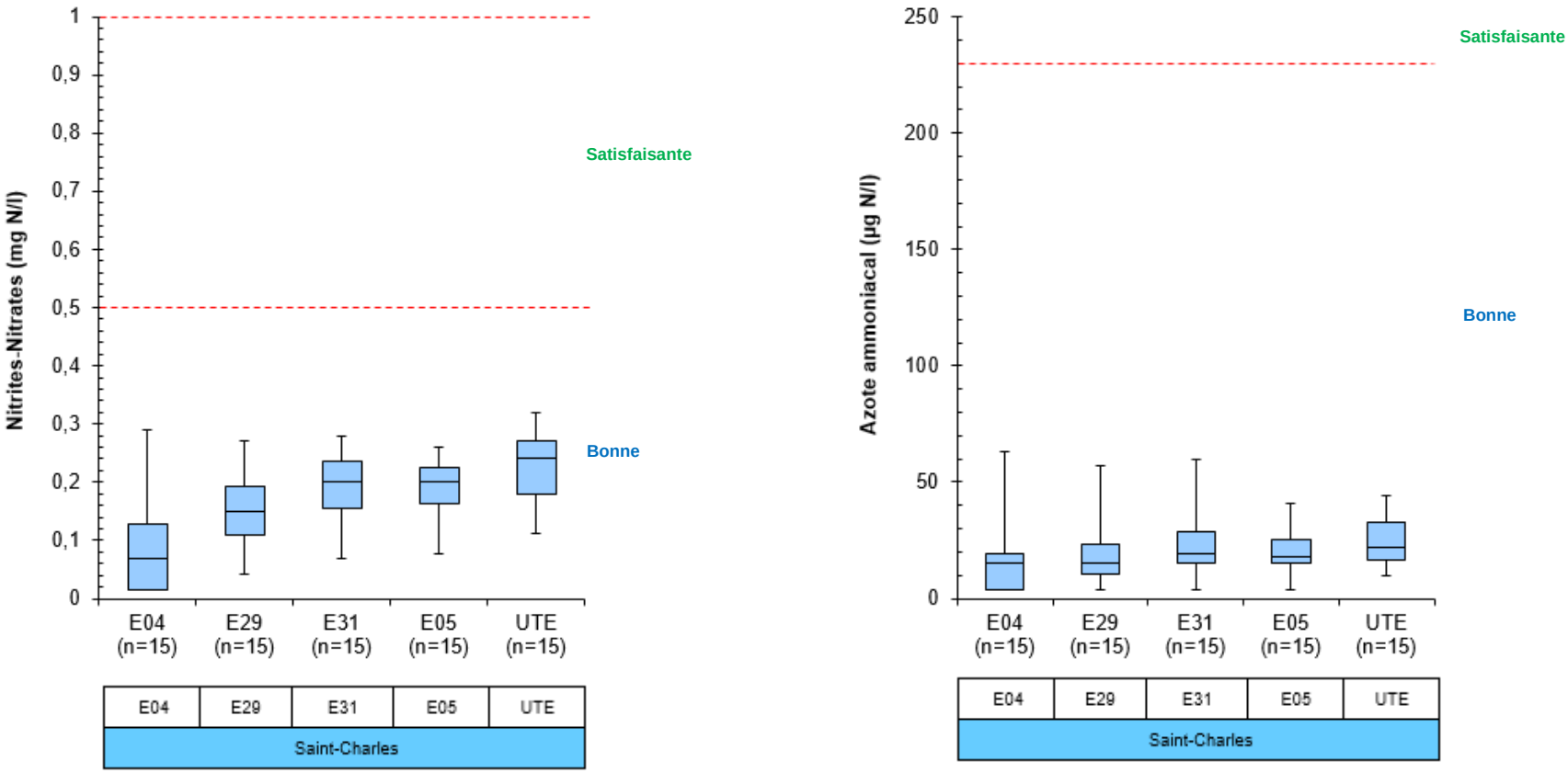


Figure 49 **Concentrations de nitrites-nitrates et d'azote ammoniacal mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.**

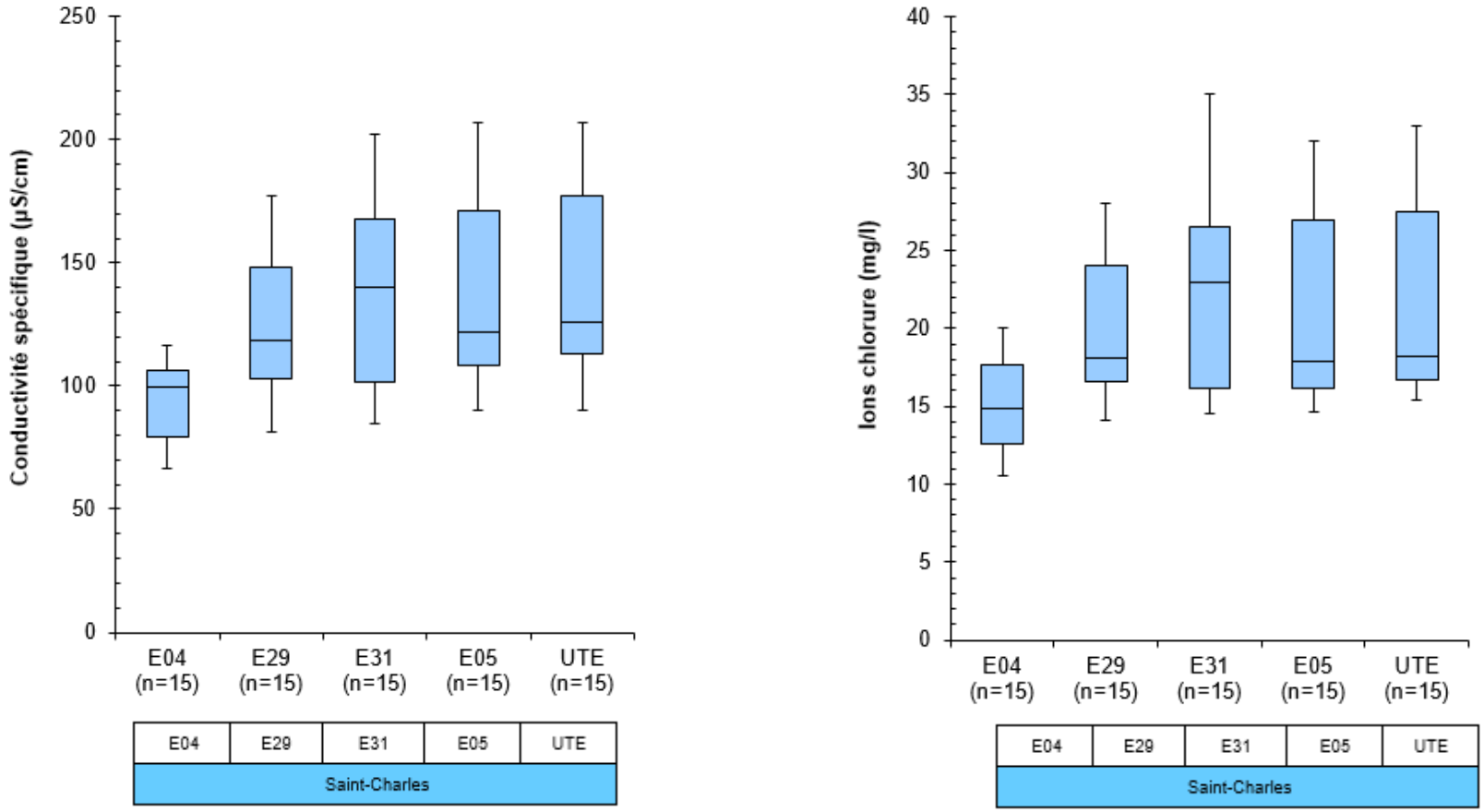


Figure 50 **Valeurs de conductivité spécifique et concentrations d'ions chlorure mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.**

Tableau 19 Analyse des données de qualité de l'eau pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.

Station/ cours d'eau	Paramètre	Fréquence des dépassements	Date	Explications/notes
E04 St-Charles rue Delage	Aucun dépassement	n = 0/15		
E29 St-Charles rue Jacques-Bédard	Aucun dépassement	n = 0/15		Une valeur de 350 UFC/100 ml a été mesurée le 22 août. Cette valeur est associée à des épisodes de pluie le jour de l'échantillonnage et le jour précédant.
E31 St-Charles boul. de la Colline	PT (> 30 µg P/l)	n = 2/15	5 sept. 30 sept.	5 sept. : Les dépassements sont associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également eu un effet sur les *E. coli* : une valeur de 270 UFC/100 ml a été mesurée. 30 sept. : Le dépassement est associé à un faible épisode de pluie deux jours avant l'échantillonnage. Des valeurs de 640 et de 240 UFC/100 ml ont respectivement été mesurées le 23 avril et le 22 août. La valeur du 23 avril est associée à un temps sec [17]. À noter que selon les autres pluviomètres, d'importants épisodes de pluie ont eu lieu les 19 et 20 avril. Ces épisodes combinés à la fonte des neiges ont fait déborder la rivière (figure 51). La valeur du 22 août est associée à des épisodes de pluie le jour de l'échantillonnage et le jour précédant.
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	5 sept.	
E05 St-Charles rue de la Rivière-Nelson	PT (> 30 µg P/l)	n = 1/15	5 sept.	5 sept. : Les dépassements sont associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également eu une incidence sur les *E. coli* : une valeur de 340 UFC/100 ml a été mesurée. Une valeur de 690 UFC/100 ml a été mesurée le 23 avril. Cette valeur est associée à un temps sec. Par contre, la rivière débordait (figure 52) en raison de la fonte des neiges et des épisodes de pluie des 19 et 20 avril.
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	5 sept.	
UTE St-Charles rue de la Prise d'eau	PT (> 30 µg P/l)	n = 2/15	23 avril 5 sept.	23 avril : Le dépassement est associé à un temps sec selon la classe qualitative de pluviométrie. Par contre, le niveau d'eau était haut en raison de la fonte des neiges et des épisodes de pluie des 19 et 20 avril. 5 sept. : Les dépassements sont associés à un important épisode de pluie la journée précédant l'échantillonnage. Cet épisode de pluie a également eu un effet sur les *E. coli* : une valeur de 510 UFC/100 ml a été mesurée
	MES (> 13 mg/l)	n = 1/15	5 sept.	

[17] Le pluviomètre U901 de la Ville de Québec a été mis en fonction le 26 avril en 2019. Il n'y a donc pas de donnée quantitative pour le 23 avril. C'est la donnée qualitative (temps sec) qui a été utilisée pour l'analyse.

Figure 51 Rivière Saint-Charles qui déborde à la station E31 le 23 avril 2019.

Figure 52 Rivière Saint-Charles qui déborde à la station E05 le 23 avril 2019.

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

Les résultats d'analyse permettent de tirer les constats suivants :

- **E04, rivière Saint-Charles :** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement.
- **E29, rivière Saint-Charles :** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Aucun dépassement. Le débordement de la rivière le 23 avril n'a pas causé de dépassement.
- **E31, rivière Saint-Charles :** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Trois dépassements (2 PT et 1 MES) ont toutefois été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.
- **E05, rivière Saint-Charles :** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Deux dépassements (1 PT et 1 MES) ont toutefois été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage. Une amélioration globale de la qualité bactériologique continue d'être observée (annexe 12).
- **UTE, rivière Saint-Charles :** Les valeurs moyennes pour les différents paramètres correspondent à une eau de qualité « bonne » selon l'IQBP. Trois dépassements (2 PT et 1 MES) ont toutefois été mesurés au cours de la saison d'échantillonnage.

- Les valeurs élevées de conductivité spécifique aux station E05 et UTE (105 et 119 µS/cm) indiquent que l'entretien des routes a des répercussions sur la rivière Saint-Charles.
- Augmentation amont-aval des *E. coli*, des MES, du NT et de la conductivité spécifique.
- En 2019, il n'y a eu aucun dépassement pour les *E. coli* (1000 UFC/100 ml), mais des dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont eu lieu à toutes les stations, sauf à la E04.

4 Conclusions

En 2019, Agiro, anciennement l'APEL, procédait à la cinquième campagne d'échantillonnage de son programme de suivi bisannuel des cours d'eau du bassin versant de la rivière Saint-Charles qui a débuté en 2011. Ce suivi à long terme a été instauré suite à l'Étude limnologique du haut-bassin de la rivière Saint-Charles (APEL, 2009), dont les travaux terrain se sont étalés de 2007 à 2009. Au fil du temps, le réseau des stations, le nombre de paramètres et le nombre de visites ont été peu à peu bonifiés.

En 2019, comme en 2017 et 2015, seules les stations situées en amont de la prise d'eau de Québec ont été échantillonnées (15 sorties). Pour la saison 2019, des stations tributaires et des stations de puits privés (jour 3) ont été ajoutées au suivi dans le cadre d'un projet sur les contaminants d'intérêt émergent. Les données recueillies pour ces stations ont été analysées par la Chaire de recherche en eau potable de l'Université Laval et sont en voie de publication sous forme d'article scientifique.

Dans l'ensemble, les résultats de qualité de l'eau de 2019, résumés ci-après par sous-bassin versant, sont cohérents avec ceux obtenus depuis 2007. Des détériorations ponctuelles ont été constatées, mais également des améliorations. 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.

4.1 Bassin versant de la rivière des Hurons

En 2019, la rivière à la Loutre (station P09RH) a fait partie du suivi des rivières pour la première fois. La qualité de l'eau mesurée était « bonne ».

Le prolongement de la route 175 continue d'avoir des répercussions sur la conductivité spécifique mesurée dans la rivière Noire.

Tout comme en 2011, 2013, 2015 et 2017, une problématique de contamination fécale dans la rivière des Hurons continue d'être observée en aval de la station E10, dont les effets se font sentir jusqu'aux stations E51 et E07 en aval.

Les importants travaux du quartier résidentiel des Grands Ducs sont terminés et cela se répercute positivement sur la qualité de l'eau de la rivière Hibou en ce qui a trait aux MES. Toutefois, l'augmentation des superficies imperméables et l'entretien des routes ont un effet sur la conductivité spécifique de la rivière Hibou.

La conductivité spécifique élevée à la station E09 indique, tout comme pour la rivière Hibou, que les activités humaines (entretien des routes notamment) ont une incidence sur le ruisseau des Trois Petits Lacs.

Quelques données plus élevées de composés azotés ont été mesurées dans la rivière Hibou et le ruisseau des Trois Petits Lacs en 2019. Cette observation avait également été faite en 2017. La cause reste inconnue.

Une enquête sur la rivière des Hurons est prévue en 2021 et 2022. Cette dernière permettra de mieux cerner les causes de contamination dans le bassin versant.

La station d'épuration des eaux usées de la municipalité des cantons-unis de Stoneham-et-Tewkesbury respectait les normes du ministère pour les MES pendant toute la campagne d'échantillonnage. Toutefois, la majorité des données de composés azotés dépassaient les seuils recommandés en amont d'un lac. Pour le PT, dans 64 % des cas, la concentration était inférieure à 300 µg P/l, seuil recommandé en amont d'un lac prioritaire. Des dépassements ont toujours lieu, mais une diminution est observée depuis la mise en marche du traitement tertiaire de déphosphatation par filtration granulaire à la fin 2017.

4.2 Bassin versant du lac Delage

En 2019, un écoulement inverse vers le lac Delage a été détecté le 17 octobre. Lors de cet échantillonnage, le débit était très variable. L'écoulement variait de normal à inverse. Lors de cet événement, le lac Delage n'a pas été influencé par les rejets de la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage. Il est toutefois à noter qu'en 2019, les stations E02 et E54 n'ont pas été échantillonnées le même jour.

En 2019, la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage a dépassé la norme du Ministère pour les MES à cinq reprises. Les dépassements du 28 mai, du 10 juin et 27 juin ont été causés par le retrait des boues du bassin 3 au début du mois de juin. La ou les cause(s) des dépassements des 3 et 15 octobre restent inconnues. Plusieurs données de PT (40 % des données) et de composés azotés (87 % des données pour les nitrites-nitrates, 33 % des données d'azote ammoniacal et 60 % des données pour l'azote total) dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac considéré prioritaire.

4.3 Bassin versant de la rivière Nelson

De nombreux dépassements ont été mesurés, mettant en évidence plusieurs problématiques sur le territoire (CF, PT, MES, sels de voiries).

La densification résidentielle de même que le développement et l'entretien routier contribuent à l'augmentation de la conductivité spécifique dans le secteur de Val-Bélair.

4.4 Bassin versant de la rivière Jaune

Plusieurs dépassements du seuil de baignade (200 UFC/100 ml) ont été mesurés en 2019. Les sources de contamination 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, tel que décrit dans le rapport d'enquête réalisée sur la rivière Jaune (APEL, 2014a).

La conductivité spécifique du ruisseau du Valet est plus élevée que dans d'autres ruisseaux de ce bassin versant, ce qui est en partie attribuable à la contamination du lac Clément par les sels de voirie en amont (APEL, 2011).

La conductivité spécifique de l'effluent du lac Beauport est semblable à celle du ruisseau du Valet, tout comme la concentration d'ions chlorure. Cela indique une problématique au niveau de l'épandage de sels de voirie et de l'entretien des routes.

4.5 Bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

Depuis l'enquête, la qualité de l'eau s'est graduellement améliorée. La conductivité spécifique élevée indique toutefois que l'entretien des routes affecte le ruisseau des Eaux Fraîches.

4.6 Bassin versant de la rivière Saint-Charles

Une amélioration globale de la qualité microbiologique continue d'être observée dans la rivière Saint-Charles. La conductivité spécifique élevée indique toutefois que l'entretien des routes affecte la rivière Saint-Charles.

5 Recommandations

Tableau 20 Recommandations issues du suivi des rivières du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.

Observations/contaminations	Station(s)	Recommandations
Bassin versant de la rivière des Hurons		
Conductivité spécifique plus faible qu'à la station P07RH (station témoin utilisée les années antérieures).	P07RH-B	Ajouter la station P07RH-B au suivi des rivières.
Conductivité spécifique élevée dans la rivière Noire causée par l'utilisation de sels de voirie pour l'entretien hivernal de la route 175 (une portion de la route longe la rivière Noire).	P06RH E11	Optimiser les méthodes d'entretien hivernal de la route 175 dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi de l'impact des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant. Proposer des études sur la qualité des eaux souterraines et les échanges entre la nappe phréatique et les eaux de la rivière. Réaliser une enquête sur la rivière Noire afin d'identifier les sources de contamination.
Indices d'une contamination de la rivière des Hurons par des installations septiques.	E10 E12 E51 E07	Informer la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury des résultats. Appuyer les démarches correctives de la Municipalité. Réaliser une enquête sur la rivière des Hurons afin d'identifier les sources de contamination.
Enrichissement en composés azotés dans la rivière Hibou.	E08	Réaliser une enquête sur la rivière Hibou afin d'identifier les sources de contamination.
La station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury répond à la norme ministérielle sur les MES en tout temps. Toutefois, la majorité des données de composés azotés et 36 % des données de PT dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac prioritaire.	E55	Informer la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury et le MELCC des résultats. Continuer de perfectionner les installations et d'améliorer les performances de la station d'épuration. Poursuivre le suivi de l'effluent. Les données de 2019 confirment la recommandation d'Agiro, soit le raccordement de la station d'épuration au réseau d'égout collecteur de la Ville de Québec.
Enrichissement en composés azotés dans le ruisseau des Trois Petits Lacs.	E15 E09	Réaliser une enquête sur le ruisseau des Trois Petits Lacs afin d'identifier les sources de contamination.
Conductivité spécifique élevée dans la rivière Hibou, le ruisseau Trois Petits Lacs et la rivière des Hurons.	E08 E09 E01	Optimiser les méthodes d'entretien des routes dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant.
Diminution des concentrations moyennes de PT et MES.	E01	Poursuivre le suivi.
Bassin versant du lac Delage		

Observations/contaminations	Station(s)	Recommandations
En 2019, les résultats n'ont pas démontré une influence de la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage sur le lac Delage. À noter qu'en 2019, les stations E02 et E54 n'ont pas été échantillonnées les mêmes jours.	E02	Échantillonner les stations E02 et E54 le même jour afin de pouvoir discerner si et quand la station d'épuration produit un impact sur le lac Delage.
La station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage a dépassé à cinq reprises la norme ministérielle pour les MES[18]. De plus, la plupart des données de composés azotés ainsi que 40 % des données de PT dépassent les seuils recommandés en amont d'un lac prioritaire.	E54	Informer la Ville de Lac-Delage et le MELCC des résultats. Perfectionner les installations et améliorer les performances de la station d'épuration. Poursuivre le suivi de l'effluent. Les données de 2019 confirment la recommandation d'Agiro, soit le raccordement de la station d'épuration au réseau d'égout collecteur de la Ville de Québec.
Bassin versant de la rivière Nelson		
Nombreux dépassements de PT dans le bassin versant de la rivière Nelson.	E33 E34 E57 P02RN E35 E06	Réaliser une enquête dans le bassin versant de la rivière Nelson afin d'identifier les sources de contamination.
Enrichissement en composés azotés de la rivière Nelson et du ruisseau Savard.	E33 E34 E57 P02RN E35 E06	Réaliser une enquête dans le bassin versant de la rivière Nelson afin d'identifier les sources de contamination.
Problématique de conductivité spécifique dans le bassin versant de la rivière Nelson.	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, aux abrasifs et sables utilisés pour l'entretien hivernal. Évaluer la possibilité de mettre en œuvre 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, 2014b), où plusieurs études de cas sont présentées concernant la réduction de l'utilisation des sels de voirie au Québec). Encadrer le développement dans le bassin versant.
Bassin versant de la rivière Jaune		
La station ERJ02 présente une meilleure qualité de l'eau que la station E58.	ERJ02	Utiliser cette station comme station témoin pour le bassin versant de la rivière Jaune.
La contamination fécale persiste aux stations E58 et E03 en temps de pluie	E58 E03	Informer la municipalité de Lac-Beauport des résultats.

[18] Trois des dépassements sont associés au retrait des boues du bassin 3 au début du mois de juin.

Observations/contaminations	Station(s)	Recommandations
et en temps sec (dépassements du seuil de 1000 UFC/100 ml et du seuil de baignade de 200 UFC/100 ml).		
La contamination fécale persiste à la station E28 (dépassements du seuil de baignade)[19].	E28	Suivre les recommandations de l'APEL issues de l'enquête sur la rivière Jaune (APEL, 2014a).
Conductivité spécifique élevée dans l'effluent du lac Beauport.	E25	Informer la municipalité de Lac-Beauport des résultats. Optimiser les méthodes d'entretien des routes dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant.
Conductivité spécifique élevée dans la rivière Jaune.	E03 E28	Informer la municipalité de Lac-Beauport et la Ville de Québec des résultats. Optimiser les méthodes d'entretien des routes dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant.
Conductivité spécifique élevée dans le ruisseau du Valet.	E24	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (APEL, 2011) et le rapport sur le lac Clément (APEL, 2013). Appliquer des mesures correctrices.
Bassin versant du ruisseaux des Eaux Fraîches		
Tendance à l'amélioration de la qualité de l'eau dans le ruisseau des Eaux Fraîches.	REF01	Consulter le rapport d'enquête approfondie réalisé par l'APEL (2010) et poursuivre l'application des mesures correctrices.
Conductivité spécifique élevée dans le ruisseau des Eaux Fraîches.	REF01	Informer la Ville de Québec des résultats. Optimiser les méthodes d'entretien des routes dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant.
Bassin versant de la rivière Saint-Charles		
Tendance à l'amélioration de la qualité bactériologique de la rivière Saint-Charles au niveau de la prise d'eau.	E05	Poursuivre le suivi bactériologique au niveau de la prise d'eau. Depuis 2016, un échantillonnage est effectué plus près de la prise d'eau (station UTE). Ce suivi se poursuivra dans les années à venir afin de suivre l'évolution de la qualité bactériologique au niveau de la prise d'eau. La station E05 continuera également d'être suivie afin de poursuivre la série de données

[19] 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, du lessivage d'eaux stagnantes lors de pluies et, possiblement, des branchements croisés.

Observations/contaminations	Station(s)	Recommandations
		historiques.
Conductivité spécifique élevée dans le rivière Saint-Charles.	E05 UTE	Informer la Ville de Québec des résultats. Optimiser les méthodes d'entretien des routes dans l'ensemble du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles. Poursuivre le suivi des sels de voirie dans le cadre des campagnes d'échantillonnage des cours d'eau du bassin versant.

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) *Rapport d'enquête sur les sources de contamination du ruisseau des Eaux-Fraîches*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 38 p.

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

APEL. (2013) *Diagnose du lac Clément - 2012*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 73 p.

APEL. (2014a) *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, 37 p.

APEL. (2014b) *Diagnose du lac Saint-Charles - 2012*. Association pour la protection de l'environnement du lac Saint-Charles et des Marais du Nord, Québec, 549 p.

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

Hébert S. (1997) *Développement d'un indice de la qualité bactériologique et physico-chimique de l'eau pour les rivières du Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq no EN/970102.

Lavoie S. (2021) *Responsable de la station d'épuration des eaux usées*. Ville de Lac-Delage, Communication personnelle en 2021.

MELCC. (2020a) *Critères de qualité de l'eau de surface*. [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp, Page consultée le 7 décembre 2020.

MELCC. (2020b) *Position sur les normes de performance de la Stratégie pancanadienne pour la gestion des effluents d'eaux usées municipales*. [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/strat-pancan/index.htm, Page consultée le 7 décembre 2020.

MELCC. (2020c) *Position ministérielle sur la réduction du phosphore dans les rejets d'eau usées d'origine domestique*. [En ligne] http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/reduc-phosphore/index.htm#:~:text=En%202009%2C%20la%20Position%20minist%C3%A9rielle,'assainissement%20municipales%20(AAM), Page consultée le 7 décembre 2020.

Pott R.., Remy D. (2000) *Gewässer des Binnenlandes - Ôkosyteme Millteleuropas aus geobotanischer*. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 255 p.

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

Annexe 1 Méthodes de laboratoire

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférences	LDM 2019	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Azote ammonical	ILQ-NH3-AA	L'ion ammonium contenu dans l'échantillon 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-vert produite est mesurée à 660 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. Les échantillons ne sont pas distillés préalablement à l'analyse. Si des interférences sont suspectées, l'échantillon sera distillé.	La plupart des interférences peuvent être retirées par le processus de distillation.	8 µg N/l	Non-accrédité
Chimie	Azote total	ILQ-NT	L'échantillon est oxydé dans un premier temps par combustion à 900ºC. Durant cette première oxydation, l'azote est oxydé sous forme de monoxyde d'azote. Le monoxyde d'azote produit réagit par la suite avec de l'ozone pour former du dioxyde d'azote sous forme excité. Le photon émis lors de la relaxation du dioxyde d'azote excité est détecté par infrarouge dans la plage de 650 à 900 nm. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage. L'analyse de l'azote total dissous implique, préalablement à l'analyse de l'échantillon, une filtration de l'échantillon sur un filtre en fibre de verre (calciné et lavé) de 0.7 um. L'analyse de l'azote total dissous n'a pas été validé spécifiquement.	Une présence importante de sulfate dans l'échantillon peut sous-estimer la mesure de l'azote total. Le volume d'échantillon injecté sur l'instrument a été optimisé afin de minimiser les effets d'une concentration en sulfates trop importante.	0.05 mg N/l	Non-accrédité
Chimie	Azote total dissous				0.05 mg N/l	Non-accrédité
Chimie	Bromures	ILQ-Anions-CI	L'échantillon est analysé par chromatographie ionique avec suppresseur de conductivité. La mesure des intensités du signal se fait par un détecteur de conductivité. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	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.	0.002 mg/l	Non-accrédité
Chimie	Fluorures				0.005 mg/l	Non-accrédité
Chimie	Chlorures				0.2 mg/l	Non-accrédité
Chimie	Nitrites-Nitrates				0.03 mg N/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférences	LDM 2019	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Carbone organique total	ILQ-COT	L'échantillon est oxydé dans un premier temps par combustion à 900ºC. Le produit de la réaction (dioxyde de carbone) est analysé par un détecteur infra-rouge. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage.L'analyse du carbone organique total dissous implique, préalablement à l'analyse de l'échantillon, une filtration de l'échantillon sur un filtre en fibre de verre (calciné et lavé) de 0.7 µm.	Tout produit de décomposition ou de combustion, autre que le CO2, susceptible d'interférer à l'infrarouge. Le CO2 contenu dans l'air ambiant peut être une source de contamination. Les échantillons sont acidifiés et barbotés avec de l'ait ultra-pur afin d'éliminer le CO2 de l'échantillon.	0.05 mg C/l	Non-accrédité
Chimie	Carbone organique total dissous				0.1 mg C/l	Non-accrédité
Chimie	Fer extractibles à l'acide	ILQ-Métaux-MS	Les échantillons sont acidifiés avec de l'acide nitrique ainsi que de l'acide chlorhydrique, puis digéré au micro-ondes à 175ºC avant leur analyse par spectrophotométrie d'émission au plasma. La mesure des intensités du signal se fait par un spectromètre de masse selon des masses spécifiques à l'élément analysé. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	Les principales interférences liées à cette méthode sont d'ordres spectrométriques, physiques (obstruction du nébuliseur), chimiques (composés ou oxydes réfractaires) et liés à une forte teneur en solides totaux dissous de l'échantillon.	0.06 mg/l	Domaine 64
Chimie	Matières en suspension	ILQ-MES	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.	3 mg/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférences	LDM 2019	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Métaux solubles à l'acide	ILQ-Métaux-MS	Les échantillons sont acidifiés avec de l'acide nitrique (pH < 2) avant leur analyse par spectrophotométrie d'émission au plasma. La mesure des intensités du signal se fait par un spectromètre de masse selon des masses spécifiques à l'élément analysé. L'analyse quantitative est effectuée par le biais d'une courbe d'étalonnage pour chacun des éléments analysés.	Les principales interférences liées à cette méthode sont d'ordres spectrométriques, physiques (obstruction du nébuliseur), chimiques (composés ou oxydes réfractaires) et liés à une forte teneur en solides totaux dissous de l'échantillon.	Relative à l'élément	Non-accrédité
Chimie	Orthophosphates	ILQ-OPO4-AA	Les ions orthophosphates contenus dans l'échantillon 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. L'analyse des orthophosphates dissous (SRP) requiert que l'échantillon soit filtré au maximum 48 h après sa réception.	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.	3 µg P/l	Non-accrédité
Chimie	Orthophosphates solubles ou SRP				3 µg P/l	Non-accrédité

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférences	LDM 2019	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Chimie	Phosphore total	ILQ-Ptotal-AA	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. L'analyse du Phosphore total dissous requiert que l'échantillon soit filtré au maximum 48h. après sa réception.	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.	2 µg P/l	Non-accrédité
Chimie	Phosphore total dissous				4 µg P/l	Non-accrédité
Microbiologie	Coliformes fécaux	MLQ-Coli fécaux	Différents volumes de l'échantillon sont filtrés sur une membrane stérile de porosité 0,45 µm. Les membranes filtrantes sont ensuite 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
Microbiologie	*E. coli*	MLQ-EColi	L'échantillon est filtré à travers une membrane de porosité de 0,45 µm pour recueillir en surface les bactéries *Escherichia coli* présentes à l'intérieur de ce dernier. La membrane est ensuite déposée en surface d'un milieu de culture sélectif m-Fc-BCIG et incubée à 44,5 °C ± 0,2 °C pendant vingt-quatre (24) heures ± deux (2) heures, période après laquelle on procède au dénombrement des colonies caractéristiques de couleur turquoise.	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

Secteur	Paramètre	Méthode	Principe analytique	Interférences	LDM 2019	Accréditation CEAEQ ISO-17025
Microbiologie	Cyanobactéries	MA. 800 - Cya.dep 1.0	Les échantillons sont conservés dans des bouteilles de verre avec du lugol 1 % comme préservatif jusqu'au moment de l'analyse. Le volume d'échantillon déterminé est décanté par sédimentation dans une chambre de Utermölh. Le dénombrement et l'identification se font ensuite avec un microscope inversé sous un éclairage CID (contraste interférentiel différentiel) à un grossissement de 400 X. Dans les cas où les cyanobactéries sont très petites, le grossissement utilisé peut aller jusqu'à 600 X.	La présence de matières en suspension en grande quantité peut rendre le dénombrement et l'identification difficile.	0 algue/ml	NA

Annexe 2 Graphiques de pluviométrie aux stations U901, U911 et U926 et à la station météo du lac Saint-Charles

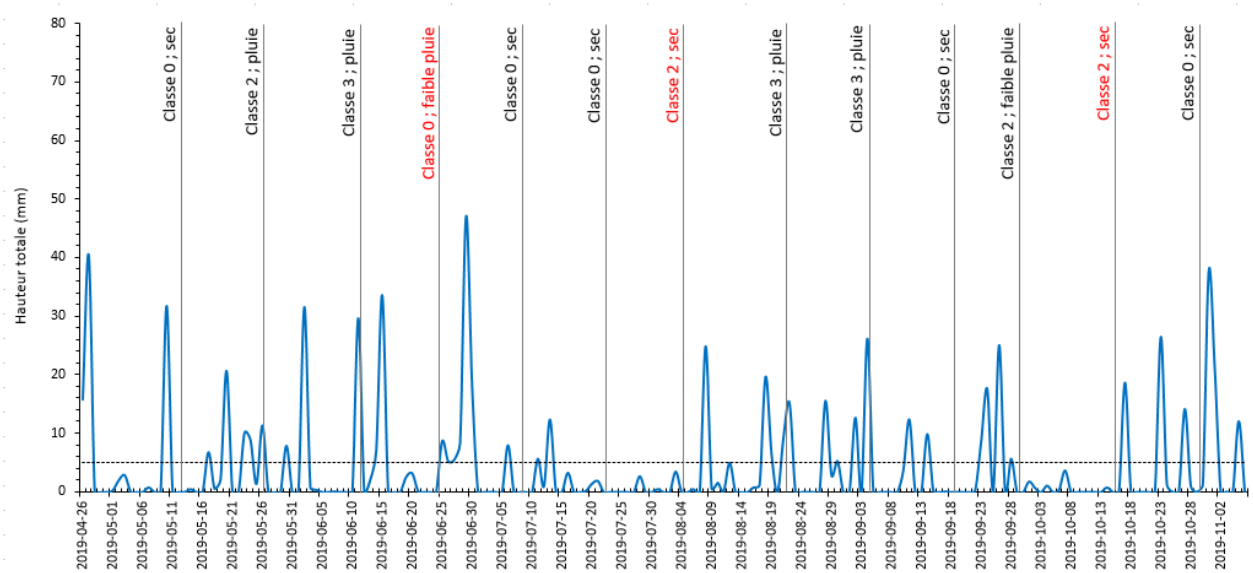


Figure 53 Pluviométrie à la station U901, Montchâtel, en 2019 (suivi des rivières, jour 2).

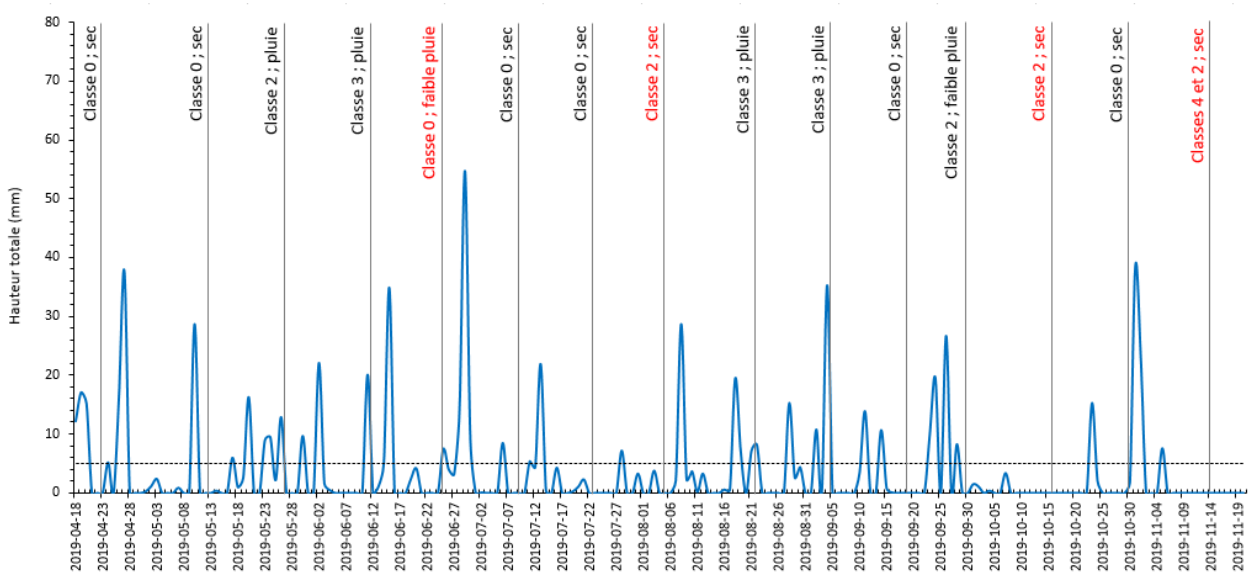


Figure 54 Pluviométrie à la station U911, poste Honfleur, en 2019 (suivi des rivières, jour 2).

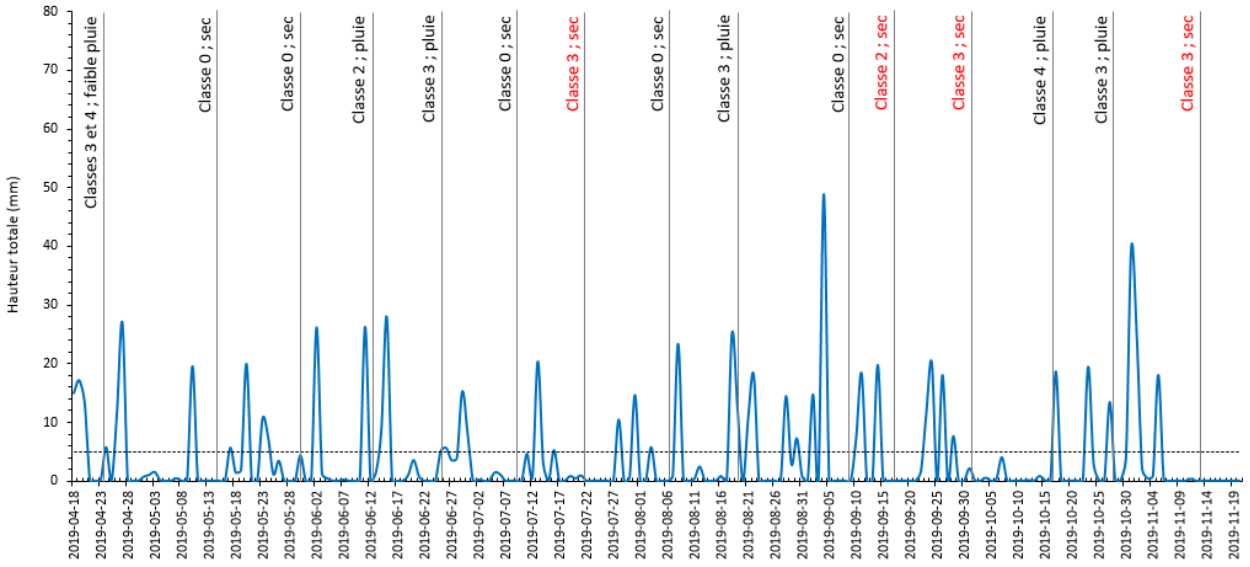


Figure 55 **Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2019 (suivi des rivières, jour 1).**

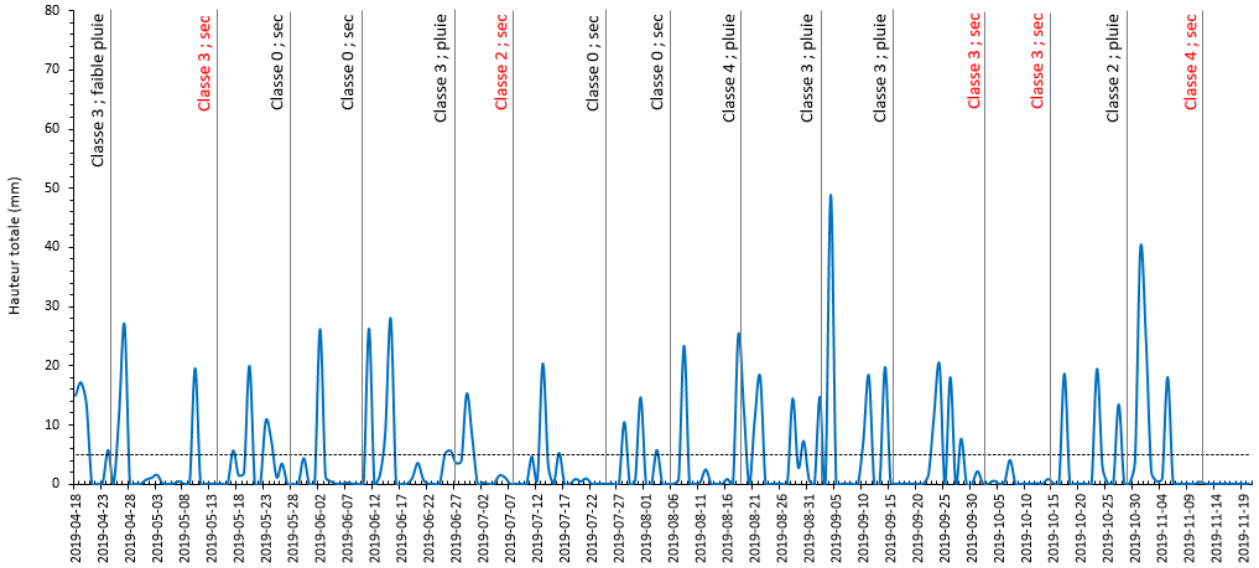


Figure 56 **Pluviométrie à la station U926, bassin de la rivière des Hurons, en 2019 (suivi de rivières, jour 3).**

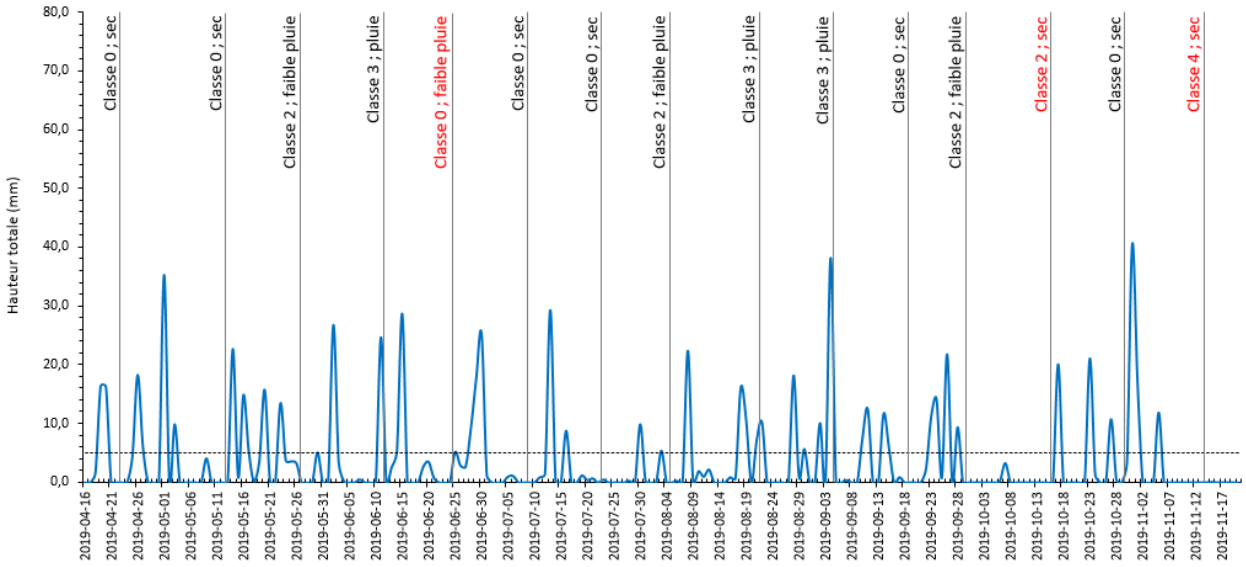


Figure 57 Pluviométrie à la station météo du lac Saint-Charles en 2019 (suivi des rivières, jour 2).

Annexe 3 Méthodes de mesure du débit

Débit à un point

Cette méthode consiste à mesurer la vitesse d'écoulement dans la rivière en un point de mesure. Ce point est situé au centre de la rivière, un peu en-dessous de la surface. Puisque la vitesse d'écoulement de l'eau d'une rivière est généralement plus élevée au centre et près de la surface (figure 58), les débits obtenus par la méthode à un point sont surestimés; c'est la raison pour laquelle la méthode à points multiples est priorisée pour les mesures sur le terrain. 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)

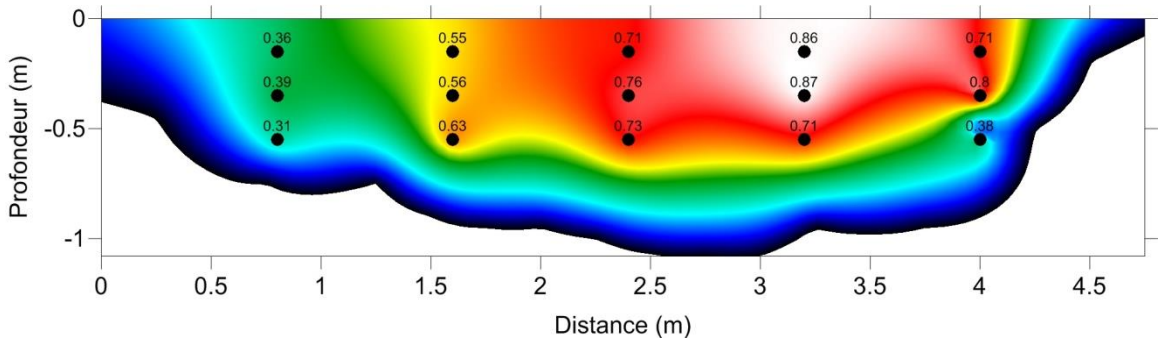


Figure 58 Profil de vitesse dans une coupe transversale d'une rivière.

Débit à points multiples

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. En mesurant la vitesse d'écoulement à plusieurs endroits, le débit calculé est donc plus précis. 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 59).

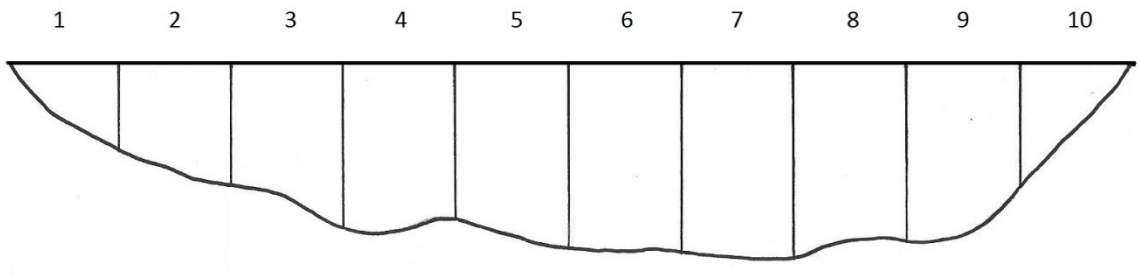


Figure 59 Exemple de « panneaux » dans une coupe transversale d'une rivière.

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)
$\overline{v}$ = 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) :

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

où : Q_{pb} = débit partiel aux bornes gauche et droite (m³/s)
$\overline{v}$ = 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 :

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

Courbe de tarage

Cette méthode permet d'obtenir le débit d'une rivière selon le niveau d'eau. Plusieurs mesures doivent être préalablement effectuées de façon à tracer la courbe de tarage (figure 60). 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.

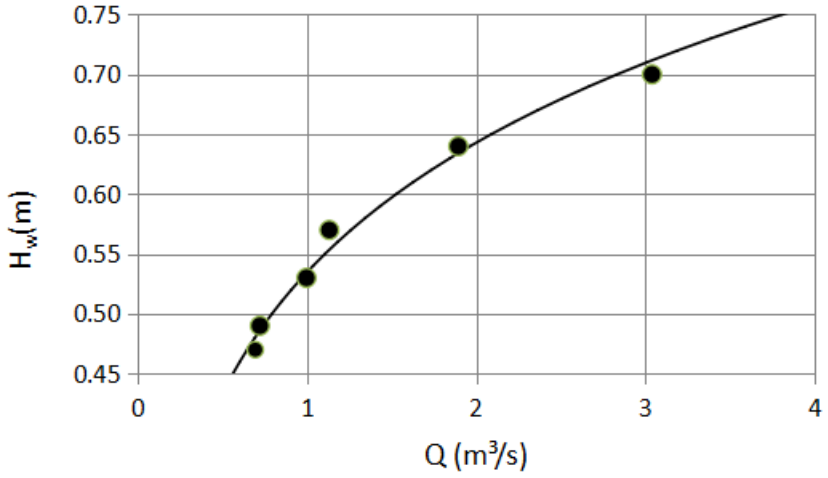


Figure 60 Exemple d'une courbe de tarage.

Annexe 4 Régimes de précipitations et de débits pour 2015 et 2017

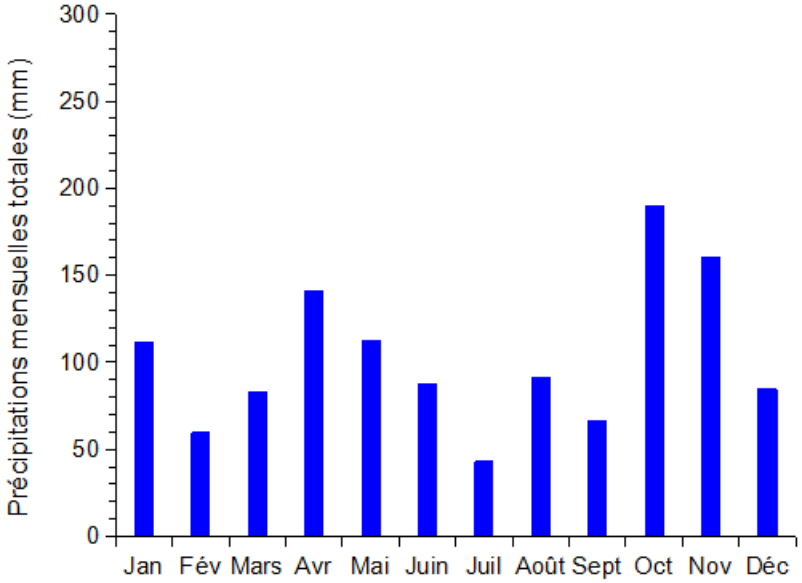


Figure 61 Précipitations mensuelles totales en 2017 (données enregistrées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).

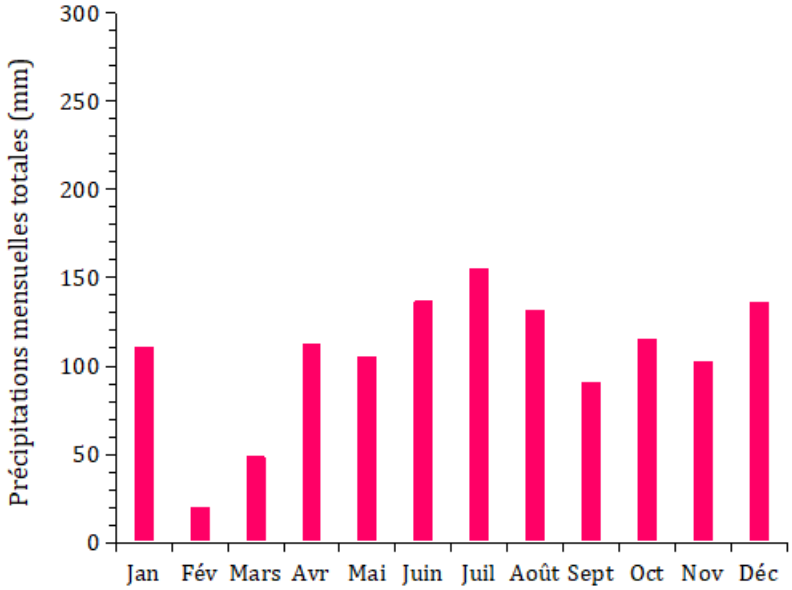


Figure 62 Précipitations mensuelles totales en 2015 (données enregistrées par Environnement Canada à l'aéroport Jean-Lesage).

Annexe 5 Évolution de la conductivité spécifique aux stations intégratrices du haut-bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2011 à 2019

* Note pour les graphiques de conductivité spécifique de la présente annexe : Les données de 2017 à 2019 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2.

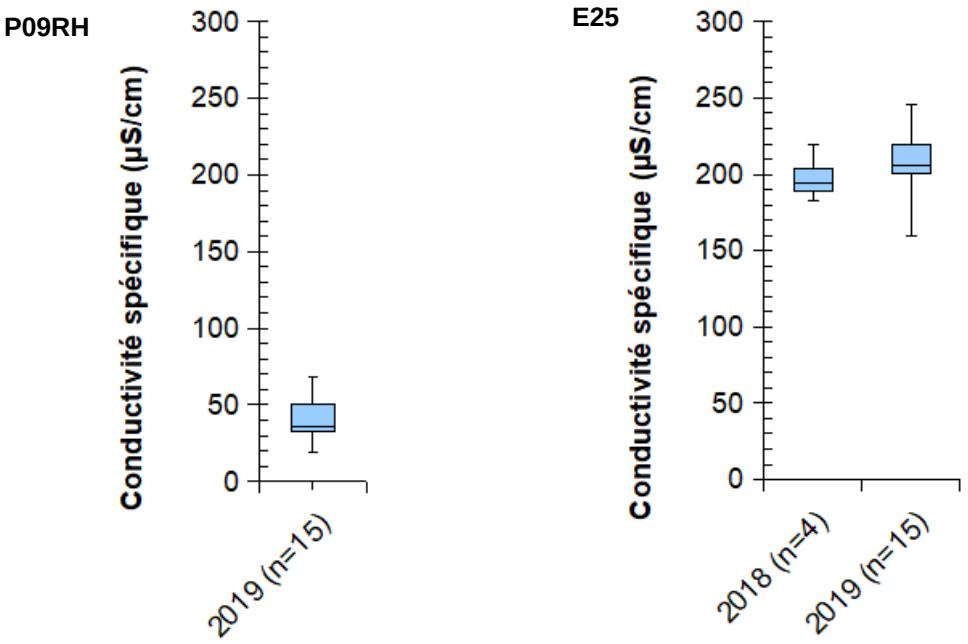


Figure 63 Évolution de la conductivité spécifique aux stations P09RH[20] (rivière à la loutre) et E25[21] (effluent du lac Beauport).

[20] La station P09RH a été ajoutée au suivi des rivières en 2019. Il n'y a donc pas de données antérieures à 2019.
[21] Pour la station E25, il n'y a pas de données antérieures à 2018.

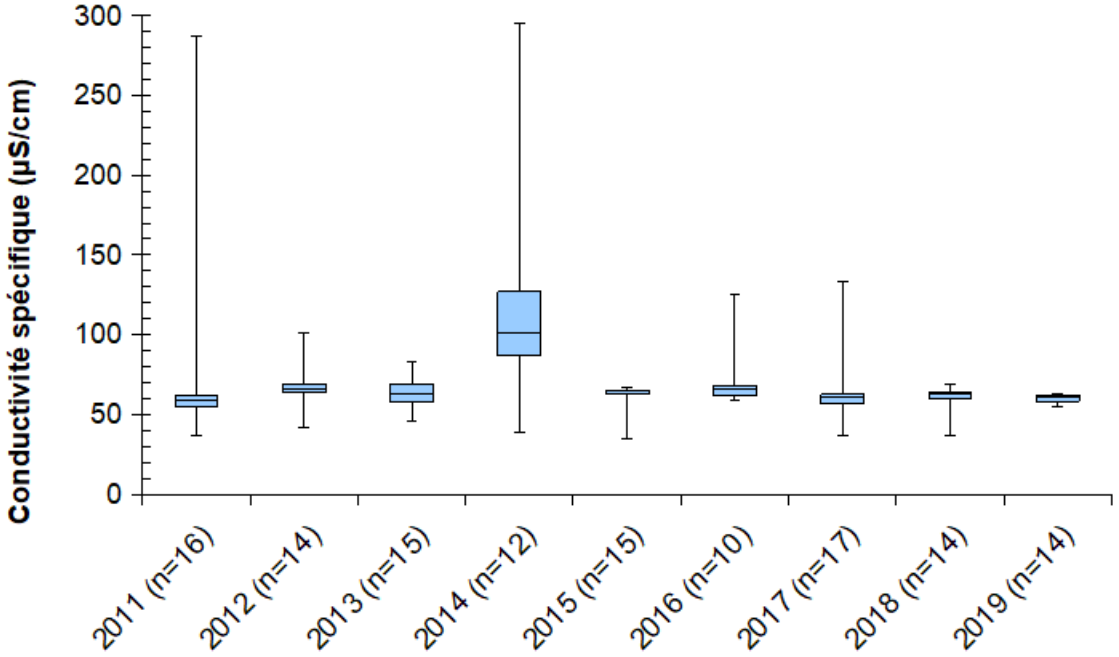


Figure 64 Évolution de la conductivité spécifique à la station E02 (effluent du lac Delage).

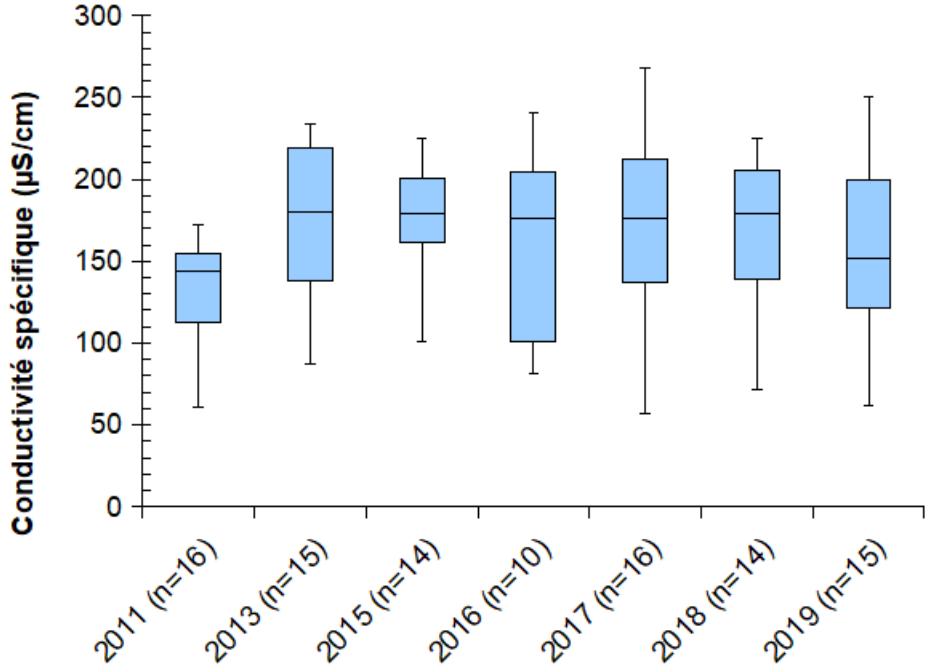


Figure 65 Évolution de la conductivité spécifique à la station E06 (rivière Nelson).

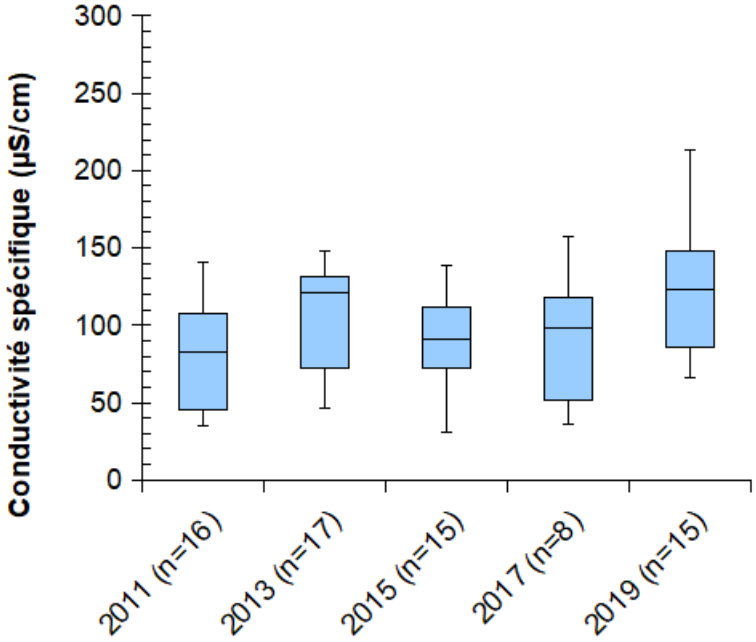


Figure 66 Évolution de la conductivité spécifique à la station E08 (rivière Hibou).

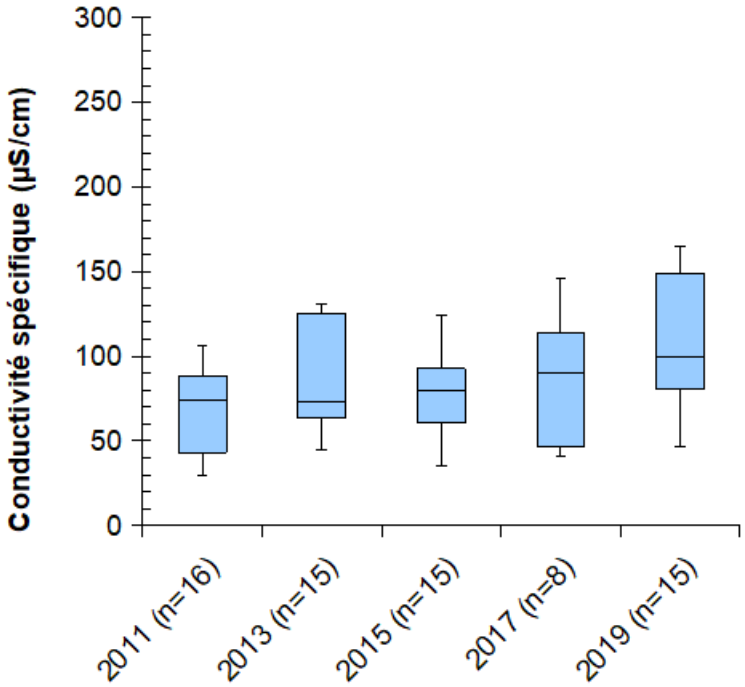


Figure 67 Évolution de la conductivité spécifique à la station E09 (ruisseau des Trois Petits Lacs).

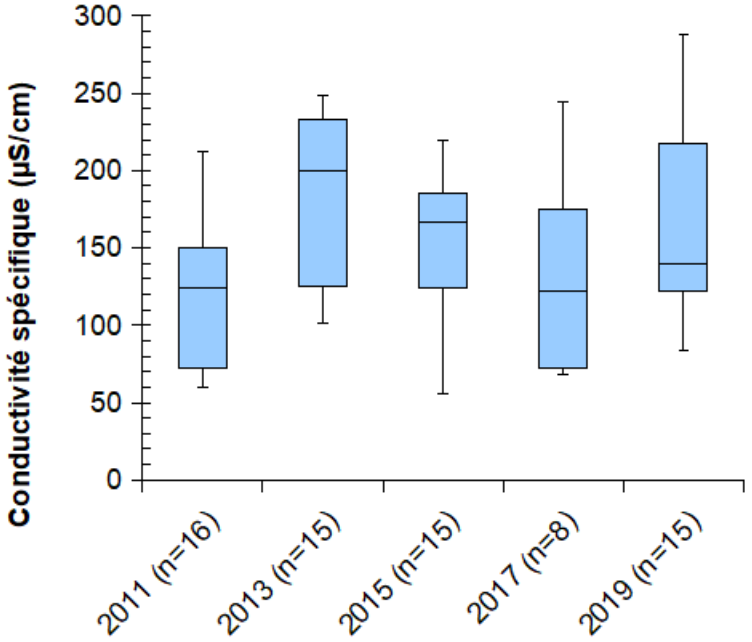


Figure 68 Évolution de la conductivité spécifique à la station E11 (rivière Noire).

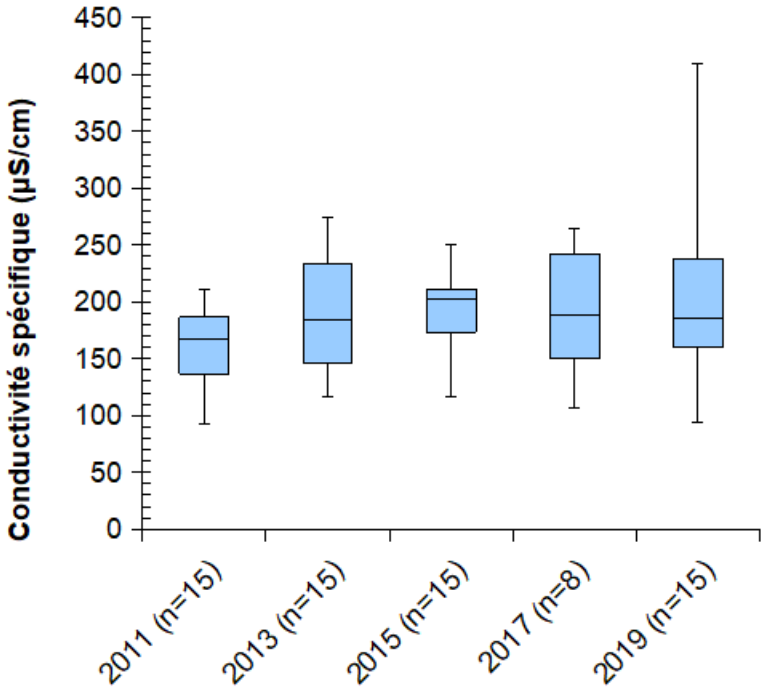


Figure 69 Évolution de la conductivité spécifique à la station E24 (ruisseau du Valet).

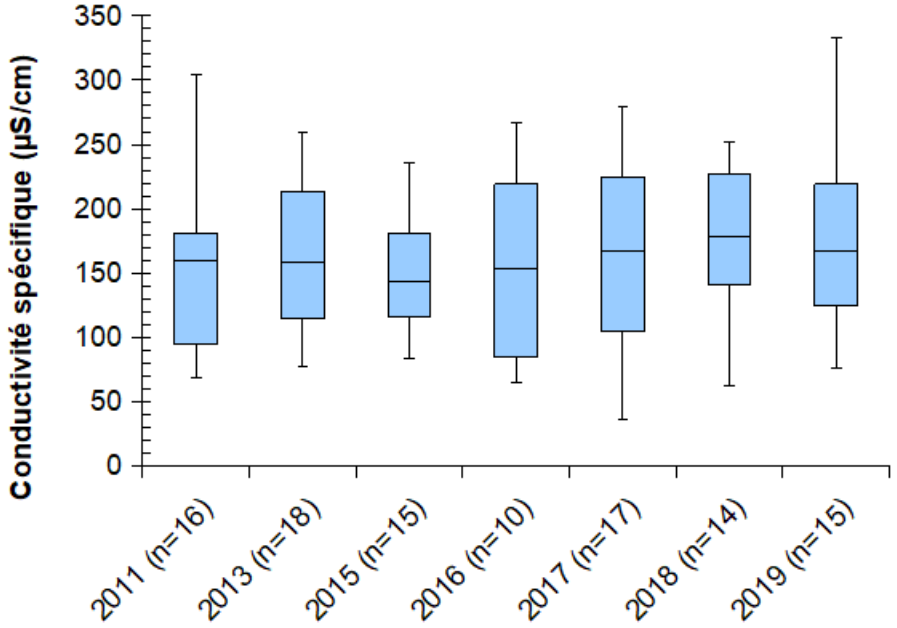


Figure 70 Évolution de la conductivité spécifique à la station E28 (rivière Jaune).

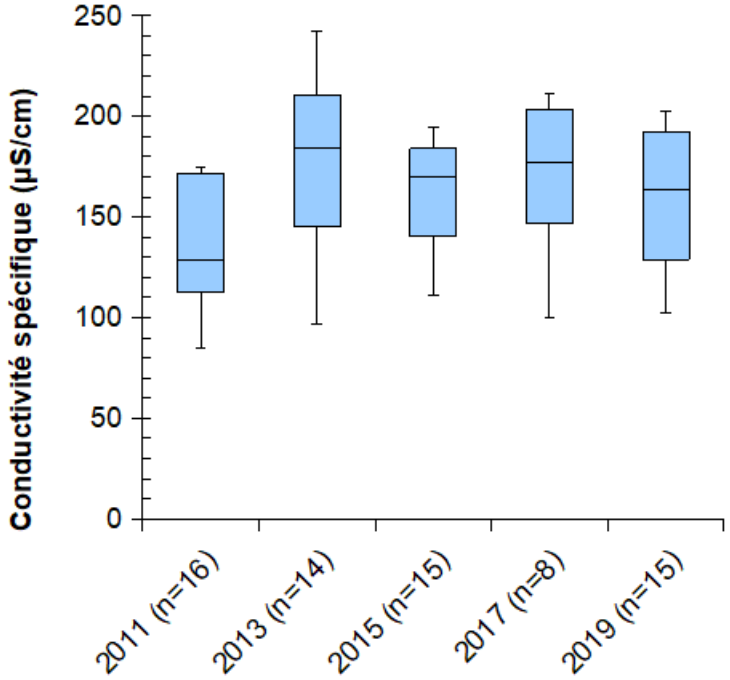


Figure 71 Évolution de la conductivité spécifique à la station P02RN (ruisseau Savard).

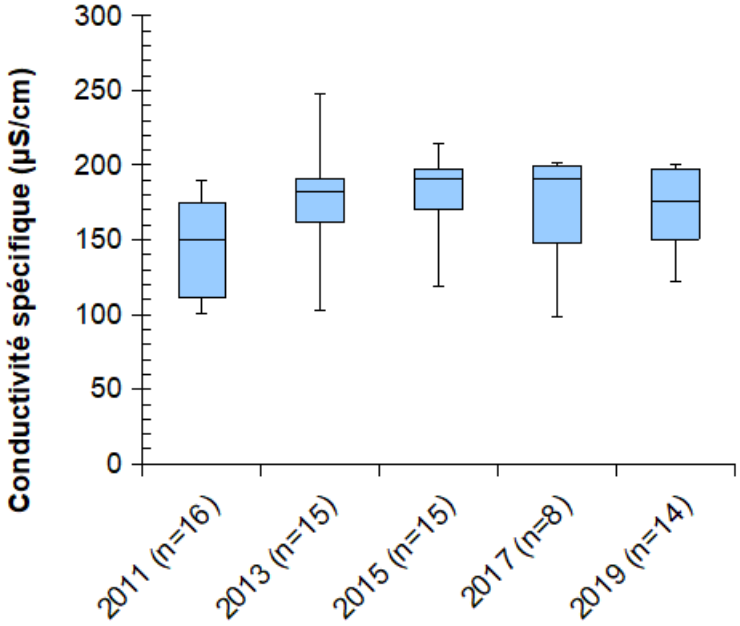


Figure 72 **Évolution de la conductivité spécifique à la station REF01 (ruisseau des Eaux Fraîches).**

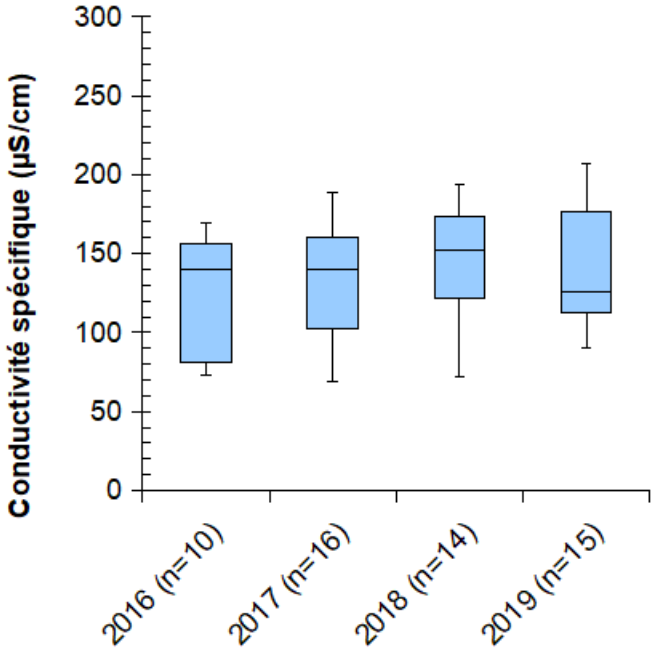
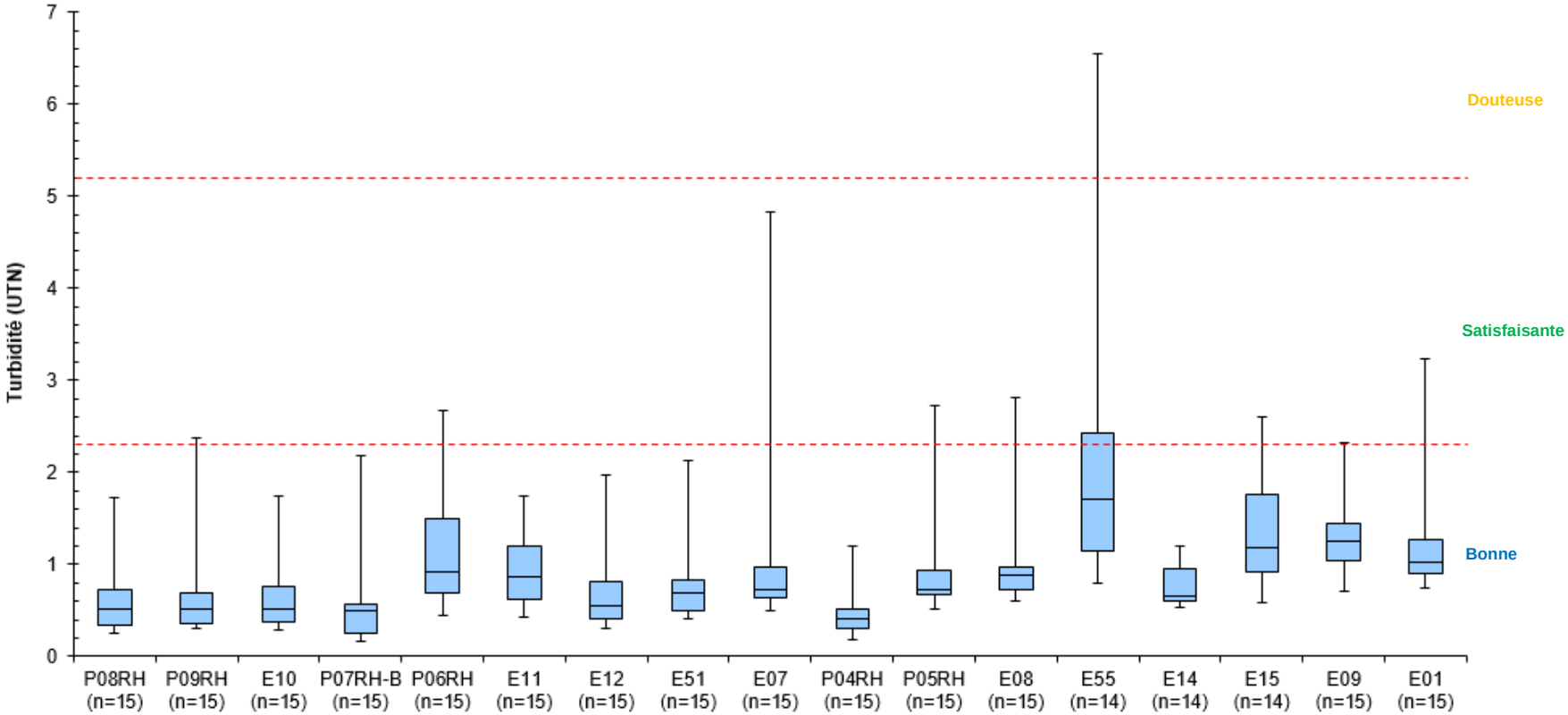


Figure 73 **Évolution de la conductivité spécifique à la station UTE (installation de traitement de l'eau potable).**

Annexe 6 Graphiques de la turbidité



P08RH	P09RH	E10	P07RH-B	P06RH	E11	E12	E51	E07	P04RH	P05RH	E08	E55	E14	E15	E09	E01
Hurons	Loutre	Hurons	Noire			Hurons			Hibou			Station épuration	Trois Petits Lacs			Hurons

Figure 74 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière des Hurons en 2019.

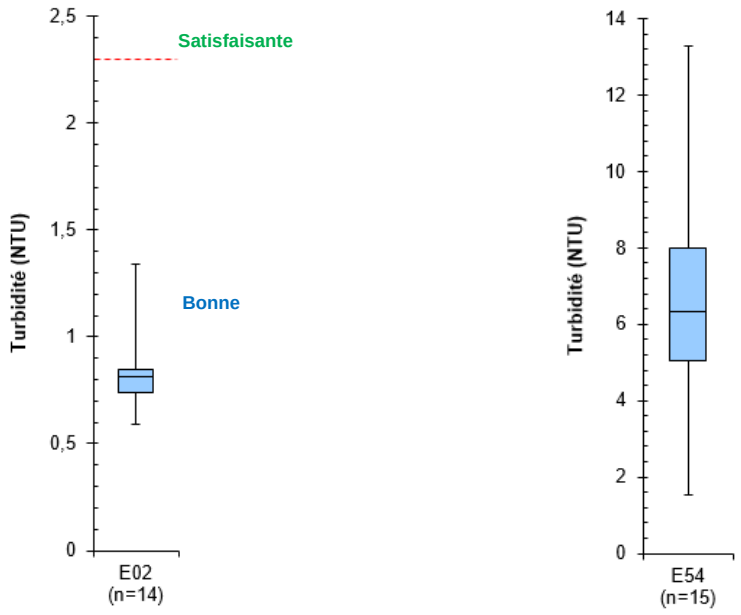


Figure 75 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant du lac Delage en 2019.

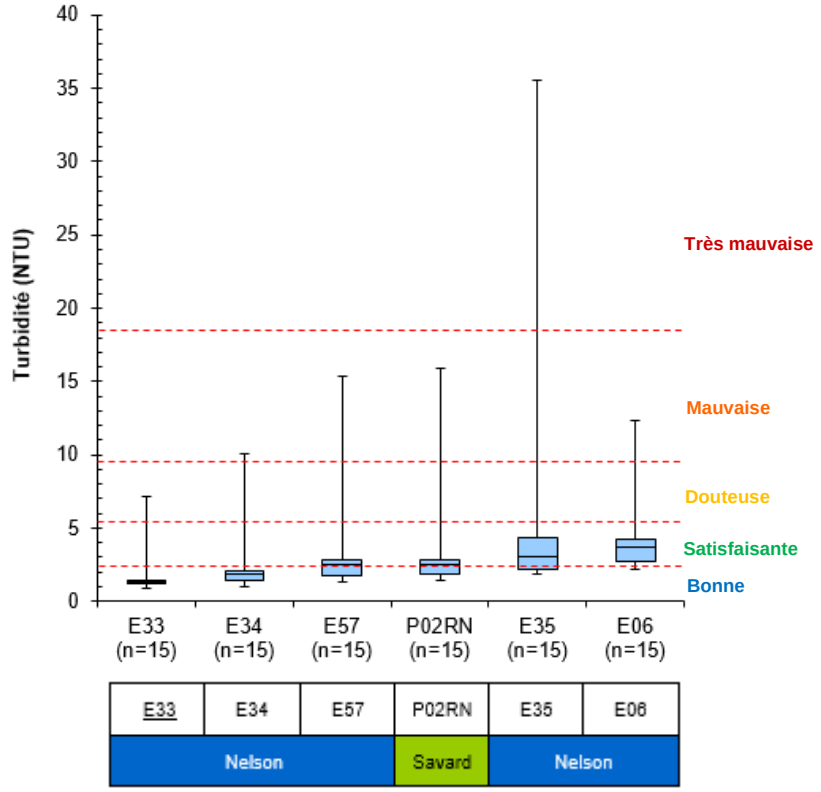


Figure 76 Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Nelson en 2019.

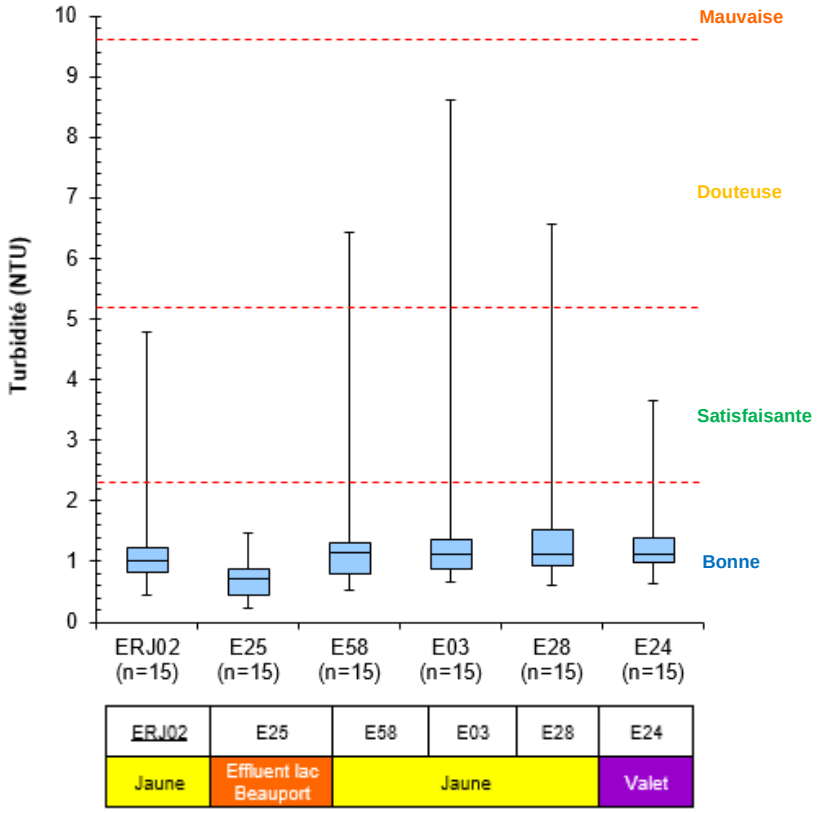


Figure 77 **Valeurs de turbidité mesurées aux stations du bassin versant de la rivière Jaune en 2019.**

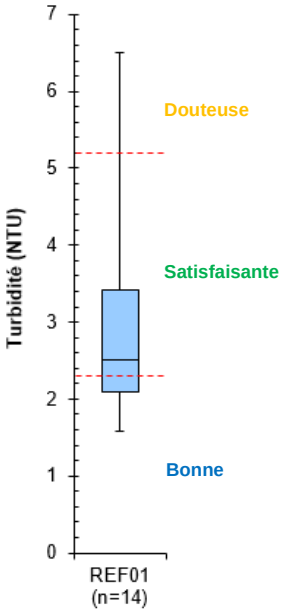


Figure 78 **Valeurs de turbidité mesurées à la station du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches en 2019.**

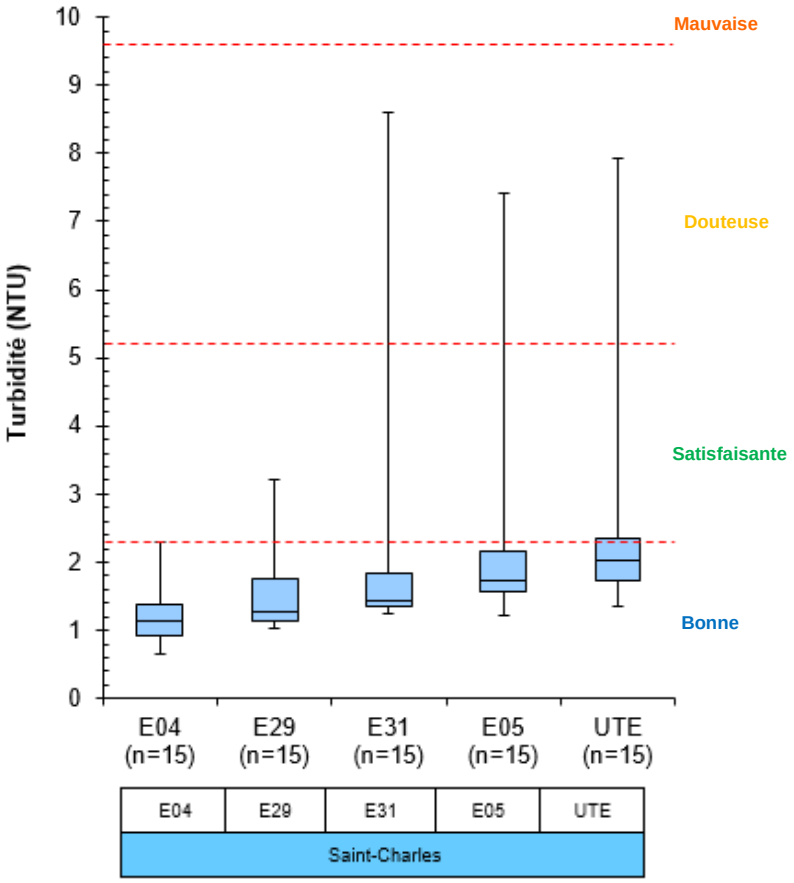


Figure 79 Valeurs de turbidité aux stations du bassin versant de la rivière Saint-Charles en 2019.

Annexe 7 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière des Hurons

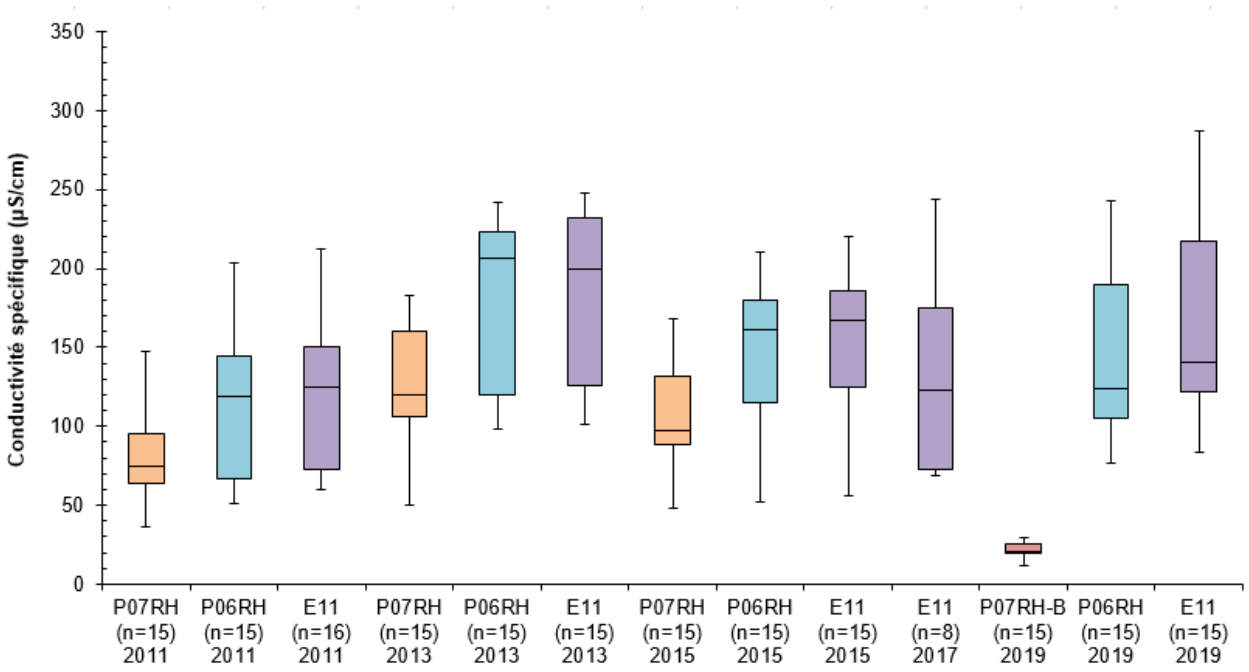


Figure 80 Évolution de la conductivité spécifique aux stations de la rivière Noire[22].

[22] Les données de 2017 et 2019 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011, 2013 et 2015 avec une sonde YSI 6600-V2.

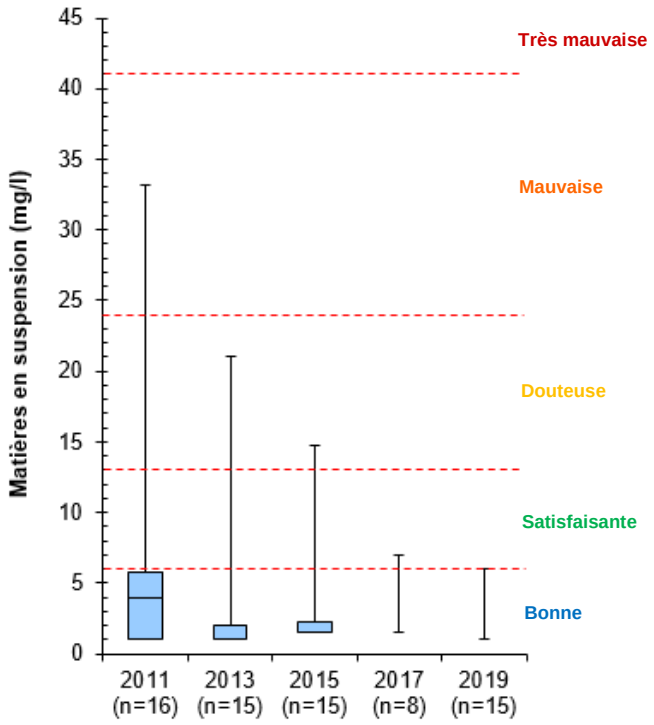


Figure 81 Évolution des concentrations de MES à la station E51 de 2011 à 2019.

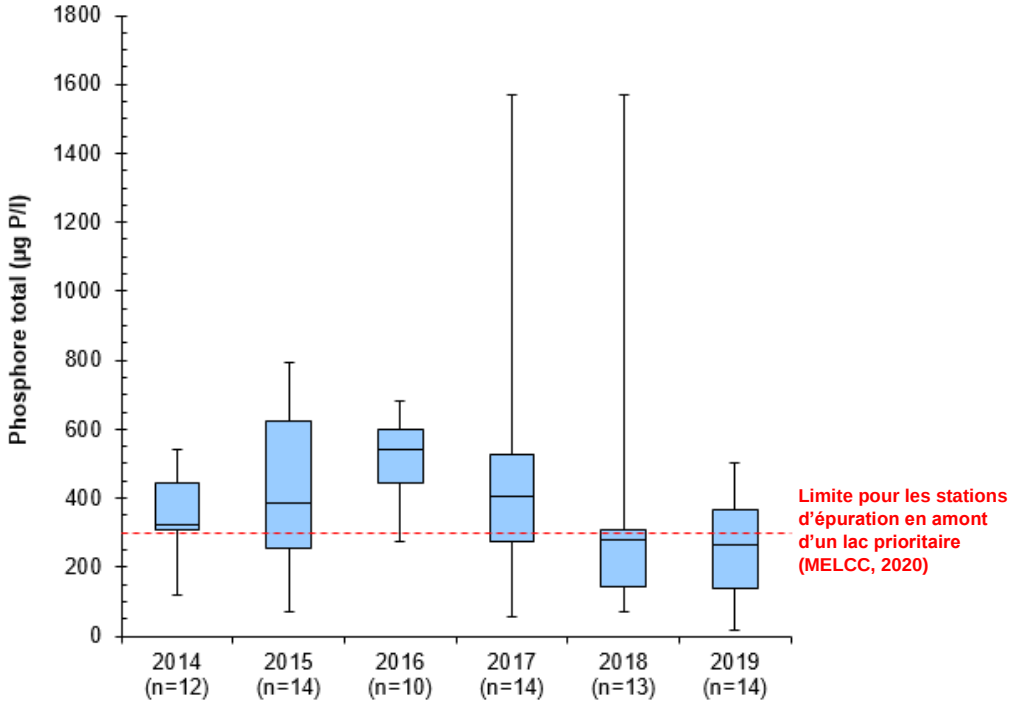


Figure 82 Évolution des concentrations de phosphore total à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2014 à 2019.

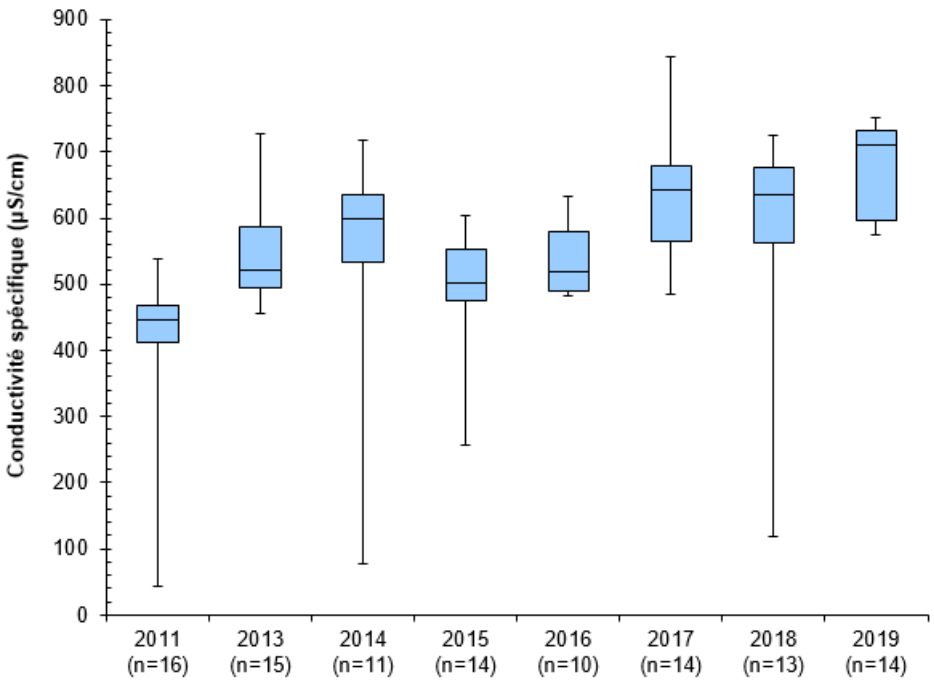


Figure 83 Évolution de la conductivité spécifique à la station d'épuration des eaux usées de Stoneham-et-Tewkesbury (E55) de 2011 à 2019[23].

[23] Les données de 2017 à 2019 ont été mesurées avec une sonde EXO V2 et celles de 2011 à 2016 avec une sonde YSI 6600-V2.

Annexe 8 Graphiques historiques pour le bassin versant du lac Delage

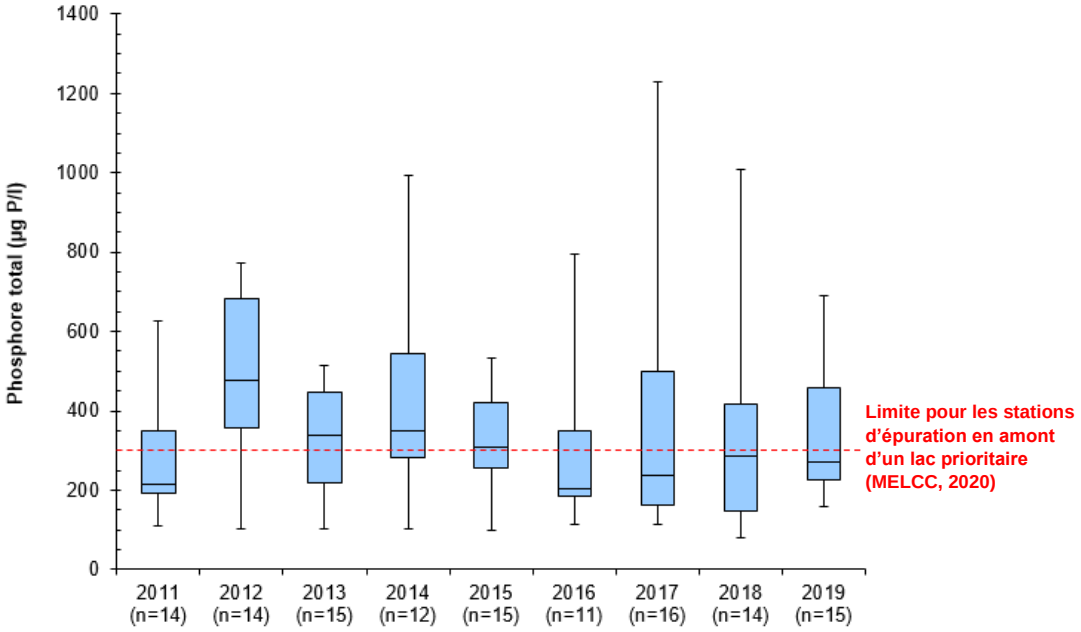


Figure 84 Évolution des concentrations de PT[24] à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) 2011 à 2019.

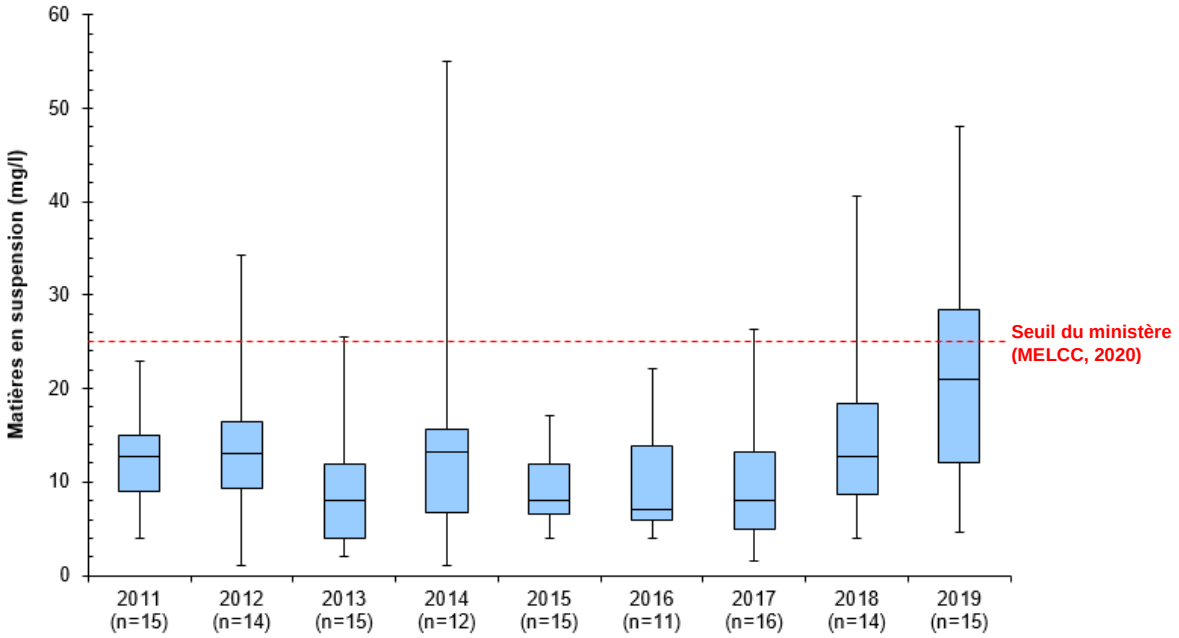


Figure 85 Évolution des MES à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) de 2011 à 2019.

[24] En 2011 et 2012, la méthode d'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

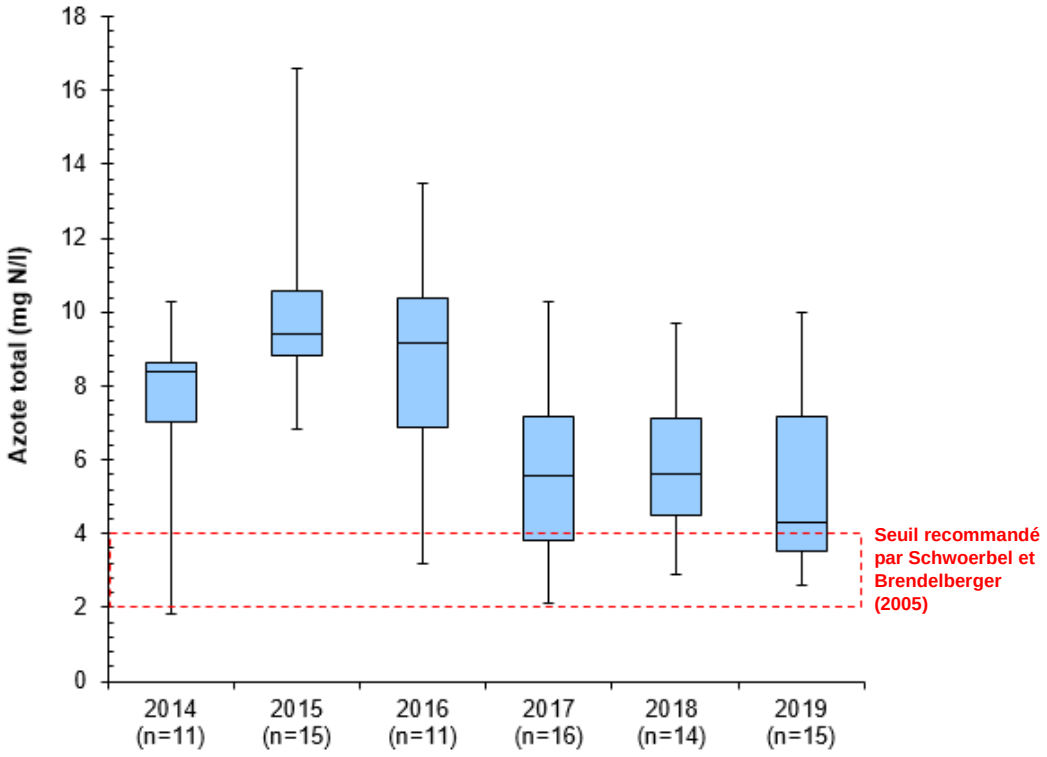


Figure 86 Évolution des concentrations de NT à la station d'épuration des eaux usées de Lac-Delage (E54) de 2014 à 2019.

Annexe 9 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Nelson

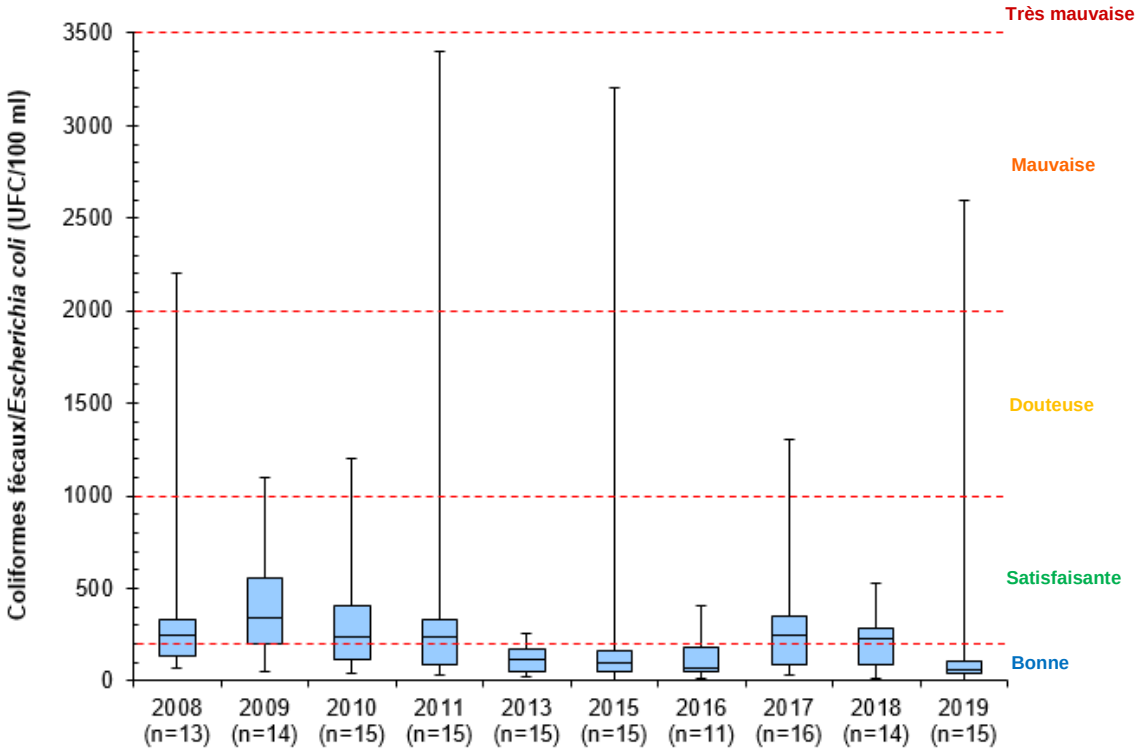


Figure 87 Évolution des concentrations de CF et *E. coli* mesurées à la station E06 de 2009 à 2019[25].

[25] De 2008 à 2017, ce sont les coliformes fécaux qui étaient mesurés. À partir de 2018, les *E. coli* ont remplacé les coliformes fécaux.

Annexe 10 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Jaune

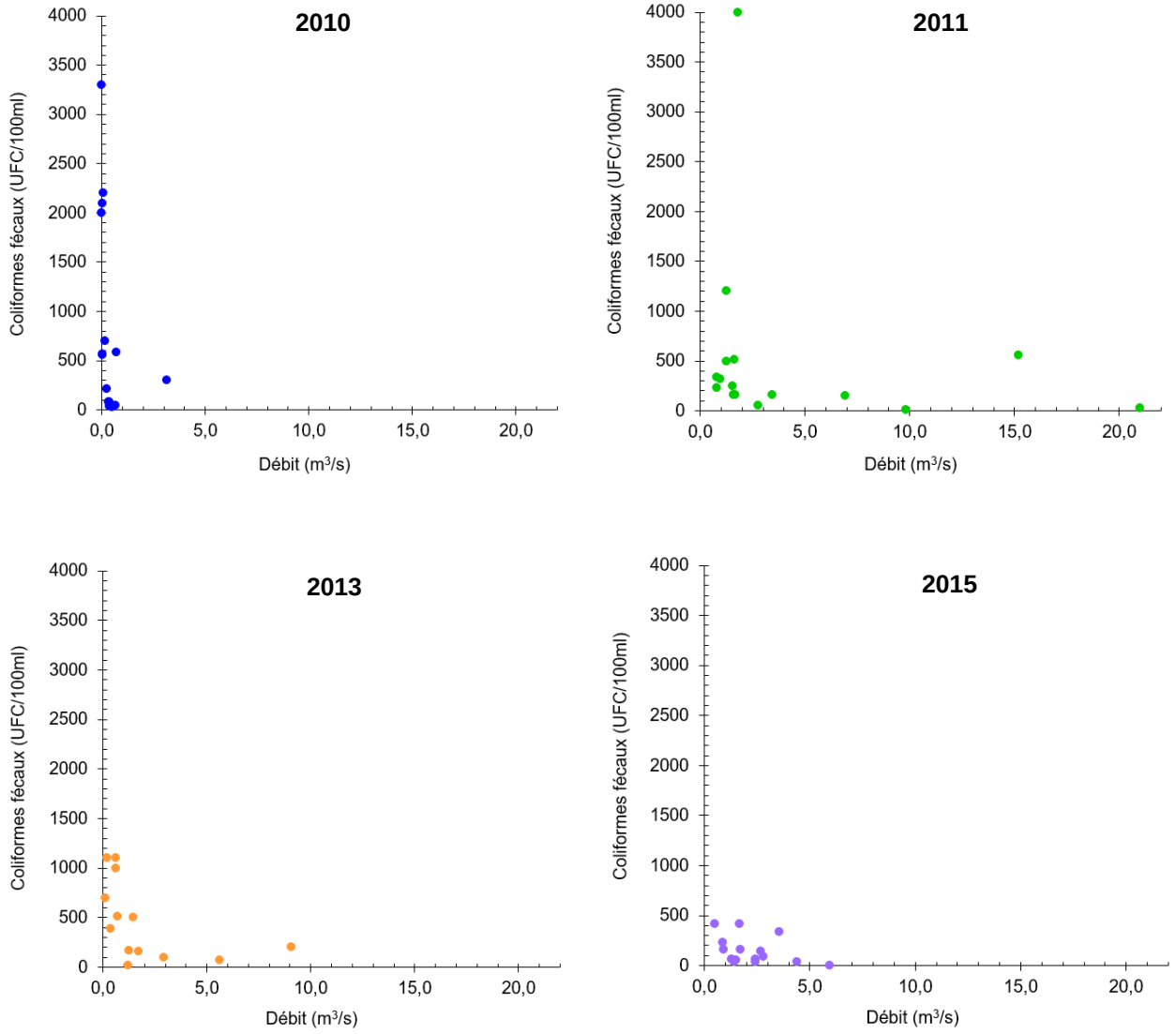


Figure 88 Relation entre les concentrations de CF et les débits à la station E03 de 2010 à 2015

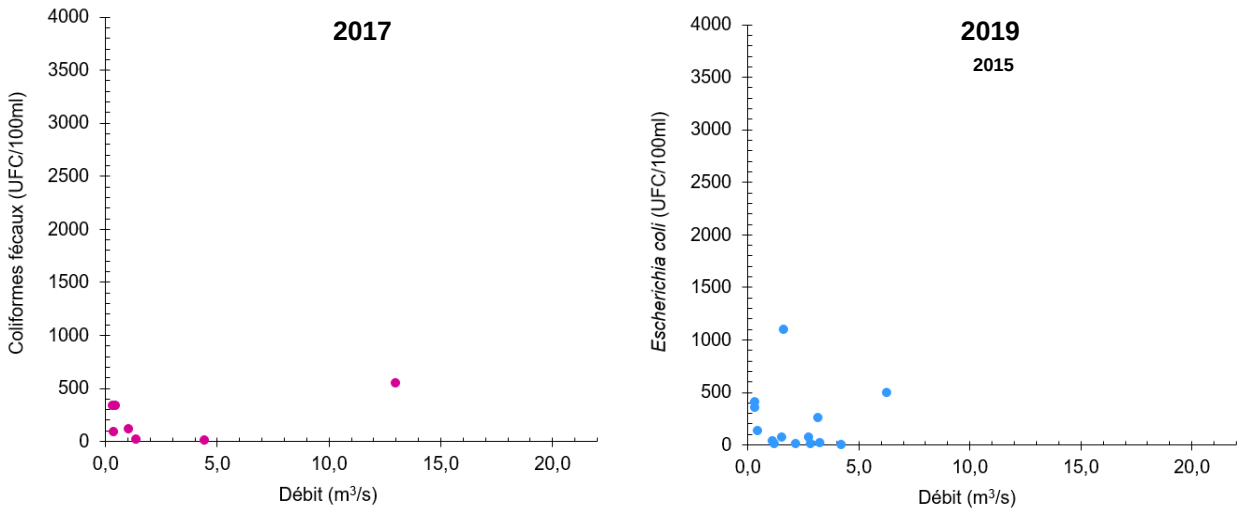


Figure 89 Relation entre les concentrations de CF/*E. coli*[26] et les débits à la station E03 en 2017 et 2019.

[26] À partir de 2018, les *E. coli* ont remplacé les CF.

Annexe 11 Graphiques historiques pour le bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches

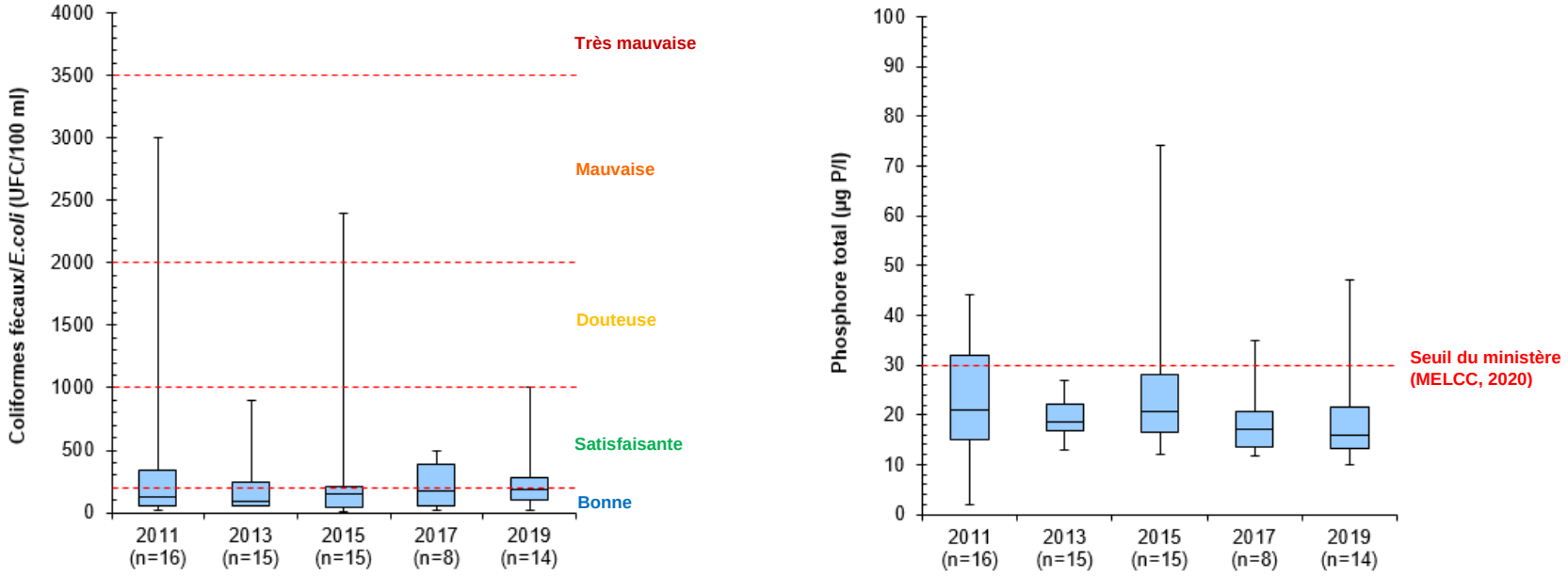


Figure 90 Évolution des concentrations de CF-*E. coli*[27] et de PT[28] à la station REF01 du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches de 2011 à 2019.

[27] À partir de 2018, les *E. coli* ont remplacé les CF.
[28] En 2011, la méthode d'analyse du phosphore total n'était pas encore validée, mais les données donnent tout de même un ordre de grandeur.

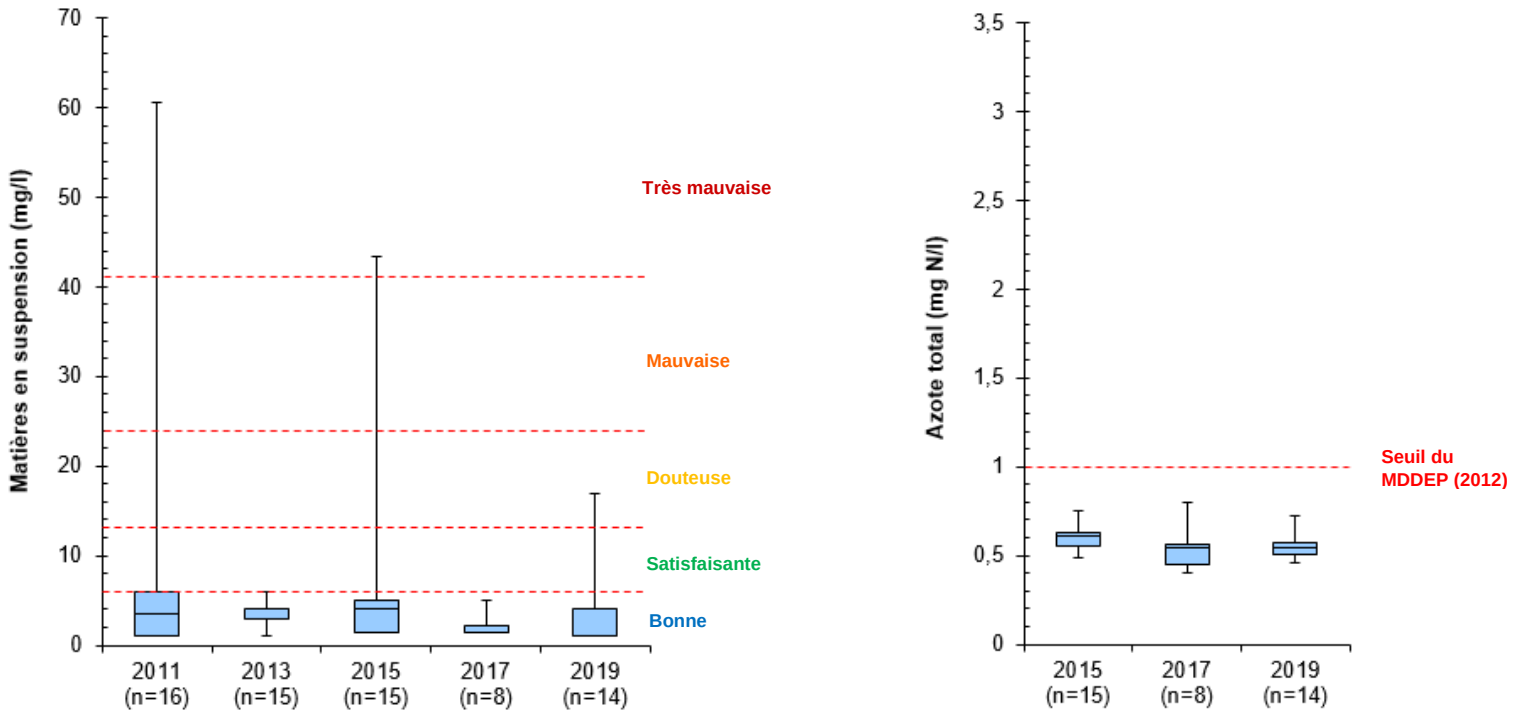


Figure 91 Évolution des concentrations de matières en suspension et d'azote total[29] à la station REF01 du bassin versant des Eaux Fraîches de 2011 à 2019.

[29] De 2011 à 2013, c'était l'azote total Kjeldahl qui était mesuré et qui n'est pas comparable à l'azote total.

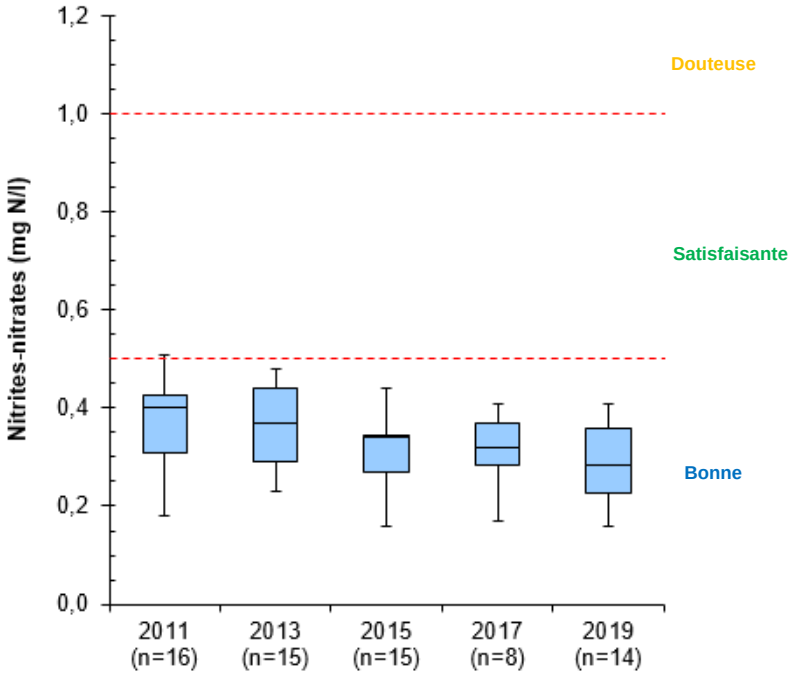


Figure 92 Évolution des concentrations de nitrites-nitrates à la station REF01 du bassin versant du ruisseau des Eaux Fraîches de 2011 à 2019.

Annexe 12 Graphiques historiques pour le bassin versant de la rivière Saint-Charles

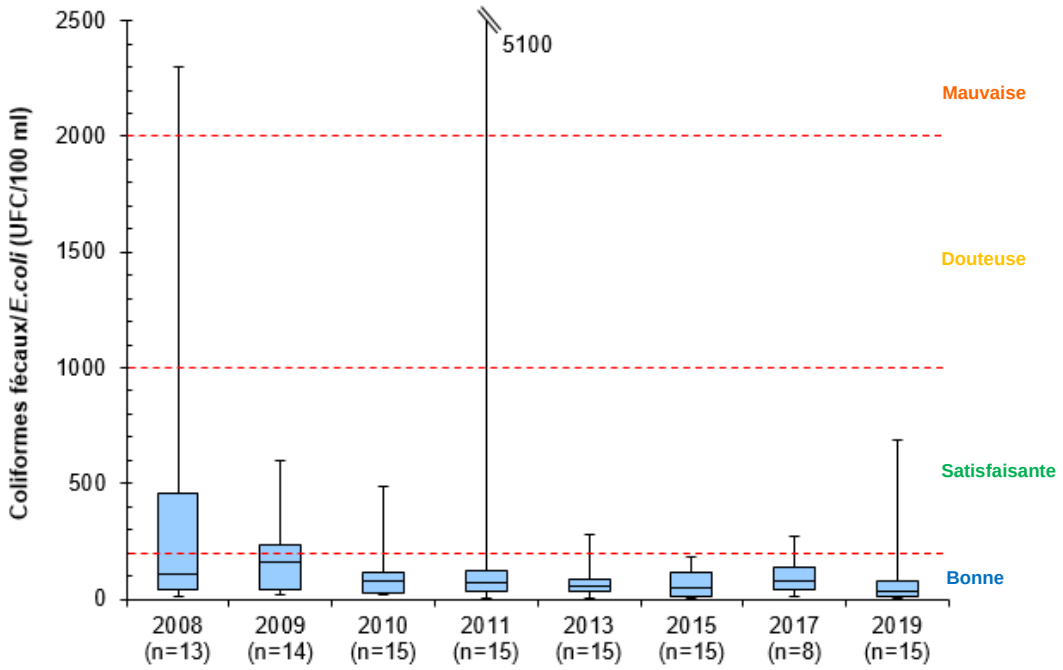


Figure 93 Évolution des concentrations de CF-*E. coli*[30] à la station E05 du bassin versant de la rivière Saint-Charles de 2008 à 2019.

[30] À partir de 2018, les *E. coli* ont remplacé les CF.